



Genoma España

Situación actual y oportunidades de negocio en el sector biotecnológico en América Latina



LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO

Informe elaborado por Trikart y Hiperion
Biotech para Genoma España



SITUACIÓN ACTUAL Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO EN EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO EN AMÉRICA LATINA

El presente informe "La Biotecnología en México" ha sido realizado por TRIKARTY e HIPERION BIOTECH.

Genoma España, Trikarty e Hiperion Biotech agradecen sinceramente la colaboración ofrecida y el interés demostrado a las siguientes personas e instituciones:

- Dr. José Luis Solleiro- Director Técnico de AgroBio, Profesor de Investigación de la Universidad Autónoma de México.
- Dña. Mayra de la Torre Martínez- Investigadora del CINVESTAV.

La reproducción parcial de este informe está autorizada bajo la premisa de incluir referencia al mismo, indicando: Situación actual y oportunidades de negocio en el sector biotecnológico en América Latina. GENOMA ESPAÑA/ TRIKARTY-HIPERION BIOTECH.

Genoma España no se hace responsable del uso que se realice de la información contenida en esta publicación. Las opiniones que aparecen en este informe corresponden a los expertos consultados y a los autores del mismo.

© Copyright: Fundación Española para el Desarrollo de la Investigación en Genómica y Proteómica/ Trikarty e Hiperion Biotech.

Coordinador: Fernando Garcés (Genoma España)

Autores: Luis Campillo (Trikarty)
Fernando Béjar (Trikarty)
Javier Amayra (Hiperion Biotech)
Juan Uriarte (Hiperion Biotech)

Fecha: Octubre 2005
Edición: Silvia Enríquez (Genoma España)
Referencia: GEN-ES06002
Diseño y realización: Genoma España

Índice de contenido

1. INTRODUCCIÓN	5
2. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN POLÍTICA Y ECONÓMICA	6
2.1. Situación Política	6
2.2. Situación Económica	6
2.3. Relaciones bilaterales España-México	6
3. INTRODUCCIÓN A LA SITUACIÓN DE LA BIOTECNOLOGÍA	8
4. EL APOYO A LA BIOTECNOLOGÍA EN MÉXICO	9
4.1. Política Gubernamental	9
4.2. Organismos públicos de apoyo y promoción	9
4.3. Asociaciones e instituciones privadas	14
5. LEGISLACIÓN	17
5.1. Marco normativo en materia de Biotecnología: Biotecnología y Bioseguridad	19
5.2. Normativa aplicable en materia de comercio exterior	20
5.3. Propiedad industrial en Biotecnología	20

6. EL SECTOR BIOTECNOLÓGICO	22
6.1. Introducción	22
6.2. La industria Biotecnológica	22
7. LOS CENTROS DE INVESTIGACIÓN EN BIOTECNOLOGÍA	28
7.1. Centros de Investigación en Biotecnología	28
7.2. Grupos de Investigación y Científicos destacados	33
8. CONCLUSIONES	36
9. ANEXOS	38
• ANEXO I: Empresas mexicanas de Biotecnología	38
• ANEXO II: Grupos de Investigación en Biotecnología	54

1. Introducción

En el libro "***Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI; retos y oportunidades***", publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 2003, el **Dr. Francisco G. Bolívar Zapata** presenta un análisis detallado de las capacidades de la nación Mexicana en este sector y también se señalan de manera general, las conclusiones y recomendaciones generales para consolidar la biotecnología en México.

México se enfrenta hoy día, a grandes retos para poder ofrecer a sus habitantes servicios y condiciones necesarios para una vida digna. En éste contexto, la Biotecnología se presenta como una herramienta muy poderosa para contender dichos retos. La biodiversidad es riqueza renovable, que debe ser utilizada de manera inteligente y sostenible. Con el concurso de la biotecnología, puede potenciarse enormemente y constituirse en un soporte permanente, no sólo para resolver problemas importantes y demandas actuales de la nación, sino también para convertir a México en líder mundial por su capacidad de generar y exportar tecnología biológica y productos terminados de alto valor añadido, de origen biológico.

Un país con tal variedad biológica debe desarrollar una visión propia y

especializada de la biotecnología, que debe servir para manejar y preservar estos recursos, indispensables para el mantenimiento sostenible de los ecosistemas a nivel global. Sin embargo, este carácter expone a México a riesgos a los que no se enfrentan otras regiones de menor diversidad biológica.

Por ello, parece prioritario apoyar desde las instituciones públicas la investigación de la biodiversidad y el desarrollo de la biotecnología básica y aplicada y generar la capacidad para analizar y evaluar las muchas implicaciones del uso de la biotecnología en ecología, salud humana, en la producción industrial y su impacto en la sociedad.

México cuenta con un gran potencial para transformar la biotecnología en la palanca de su desarrollo. Hay un centenar de entidades de investigación en diferentes instituciones nacionales, en las que trabajan 900 investigadores en diferentes aspectos y problemas de biotecnología, y en disciplinas que la sustentan. Existe además un esfuerzo importante para formar especialistas en esta área. La comunidad nacional gradúa anualmente 100 doctores en biotecnología y disciplinas relacionadas, que podrían canalizarse de manera concertada, a la consolidación de instituciones y la creación de nuevos centros de investigación y desarrollo.

2. Análisis de la situación Política y Económica

La UE ha elaborado un reciente estudio titulado **Informe Estratégico Nacional 2002-2006, México**, en el que se analiza pormenorizadamente la situación del país a día de hoy.

Actualmente México está atravesando una etapa de cambios muy importantes en la esfera política y económica que son motivo de optimismo a la vez que de inquietud. México es un país en transición cuya situación social y económica se caracteriza por una enorme dualidad. Parte de la población vive a nivel de los países más avanzados del mundo. No obstante la pobreza, a veces extrema, continúa afectando a dos tercios de la población.

2.1. Situación Política

La victoria del PAN en las elecciones de 2002 marca el final de 71 años de gobierno ininterrumpido del PRI. Este cambio supuso un nuevo ímpetu para la vida política y constituye un salto cualitativo en la consolidación democrática. Una de los primeros compromisos del Presidente Fox fue su voluntad de aumentar el gasto social, en especial mejorando los servicios de educación y sanidad de los grupos más desfavorecidos.

Los principales retos a medio plazo que se presentan son:

- Consolidar el sistema multipartidista y fortalecer el Estado de Derecho
- Mejorar las condiciones sociales
- Mejorar la competitividad económica
- Fortalecer la unión entre progreso científico y económico
- Asegurar la sostenibilidad de los recursos naturales y la protección del medio ambiente

2.2. Situación Económica

México ha experimentado una importante transición económica durante la última década, convirtiéndose en una economía

mucho más abierta. El ritmo y la profundidad de las reformas han superado los de la mayoría de los países en vías de desarrollo en procesos similares. México es la decimotercera economía mundial, el octavo exportador de bienes y servicios y el cuarto productor de petróleo. La crisis financiera de 1993 tuvo una repercusión negativa en la economía, sin embargo, la reforma estructural y la liberación del comercio, contribuyeron a una rápida transformación económica basada en la exportación. La economía ha experimentado una profunda evolución, pasando del modelo proteccionista a la apertura al mundo externo.

Esta economía se caracterizaba por un crecimiento desacelerado y desequilibrios fiscales. El actual gobierno ha seguido una política de tipos de cambio flexible y ha hecho de la reducción de la inflación el principal objetivo de la política monetaria, junto con una reducción del déficit presupuestario en lo relativo a política fiscal.

En el ámbito de la política exterior, debemos tener en cuenta los espacios institucionales de relaciones comerciales internacionales, TLCAN (NAFTA) con USA y Canadá, ALCA con los países Iberoamericanos y el TLC suscrito con la UE. Así, el Plan concibe las relaciones con la UE en un marco de diversificación en el cual, EEUU continúa siendo la prioridad política y el foco principal. La segunda prioridad es la alineación con Brasil.

Aproximadamente el 98% de las empresas mexicanas son Pymes y microempresas. Desempeñan un papel fundamental en la creación de empleo y en las economías regionales y locales. Su contribución al desarrollo económico es decisiva, pues suministran materias y componentes a grandes empresas y por sus exportaciones directas e indirectas.

2.3. Relaciones bilaterales España-México

Después del golpe militar del General Franco y su llegada al poder tras la Guerra Civil, México decidió seguir reconociendo al Gobierno Republicano en

el exilio y rompió relaciones con el gobierno franquista. Las relaciones diplomáticas se restablecieron el 28 de marzo de 1977. A partir de entonces, se han creado diversos mecanismos de cooperación y diálogo bilateral que han permitido un mayor acercamiento en todos los ámbitos.

• Mecanismos de Cooperación y Diálogo

Además de la Comisión Binacional y el Mecanismo de Consultas Políticas, México y España desarrollan actividades de cooperación a través del Convenio Básico de Cooperación Científica-Técnica, el Acuerdo Complementario en esa materia, el Convenio de Fideicomiso del Fondo Mixto de Cooperación Técnica y Científica, el Convenio de Cooperación Cultural y Educativa, y la Comisión Mixta sobre Cooperación en la Lucha contra el Narcotráfico.

• Relación Comercial e Inversiones

► Comercio

El valor total del comercio bilateral experimentó un crecimiento sustantivo en la década de los noventa. En el período 1995-2000 el comercio total creció 100%, al pasar de 1,490.9 millones de dólares en 1995 a 2,958.6 millones de dólares en 2000.

La tendencia al incremento se ha mantenido, y en 2003 las exportaciones de productos mexicanos a España alcanzaron 1,464.4 millones de dólares y las importaciones de productos españoles a México 2,288.3 millones de dólares. El saldo fue deficitario para México en 823.9 millones de dólares. El comercio total bilateral alcanzó 3,752.7 millones de dólares.

► Inversión

De acuerdo con la Secretaría de Economía, al mes de diciembre de 2003 se contaba con el registro de 1,657 sociedades con participación española en su capital social, esto es, el 5.8% del total de sociedades con inversión extranjera directa (IED) registradas en México (28,717). Las empresas con inversión española se dedican

principalmente a las actividades del sector servicios (39.4% del total), la industria manufacturera (25.8%) y el comercio (24.9%); y se localizan en mayor medida en el Distrito Federal, el Estado de México y Quintana Roo.

Entre enero de 1999 y diciembre de 2003, las empresas con capital español realizaron inversiones por 5,321.1 M\$, lo que representa 6.7% de la IED total que ingresó al país en ese lapso (78,874.0 M\$) y 30.1% de la inversión aportada por los países de la Unión Europea (17,663.7 M\$). Con ello, España ocupó la segunda posición entre los países de la Unión Europea que en ese lapso materializaron inversiones en México.

La inversión española canalizada entre enero de 1999 y diciembre de 2003 se destinó a servicios (38.6% del total); transportes y comunicaciones (25.9%); la industria manufacturera (13.3%); y electricidad y agua (11.3%), principalmente.

Por destino geográfico, la inversión española se dirigió principalmente al Distrito Federal (85.5%), Quintana Roo (3.8%) y Querétaro (3.7%).

► Cooperación Educativa y Cultural

España es el país europeo con el que México ha sostenido tradicionalmente el mayor intercambio educativo y cultural. El Convenio de Cooperación Cultural y Educativa entre México y España fue firmado el 14 de octubre de 1977.

Respecto a la cooperación educativa, el Programa vigente cubre un extenso panorama que comprende el intercambio de profesores y especialistas en educación básica; programas educativos de las Cumbres Iberoamericanas; el intercambio de información y materiales sobre educación y procesos de integración educativa de ambos países; actualización del acuerdo en materia de reconocimiento o revalidación de Certificados de Estudio, Títulos, Diplomas y Grados Académicos, y difusión de la lengua española y de las Culturas de México y España.

3. Introducción a la situación de la Biotecnología

En México hay capacidad científica y tecnológica para capitalizar las numerosas ventajas que esta tecnología ofrece, así como para medir y manejar cuidadosamente los posibles riesgos inherentes a ella.

Como señaló en su día el **Dr. Enrique Galindo** anterior presidente de la **Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería**, en México el nivel de la biotecnología es alto y cuenta con científicos de primera línea en este área. De hecho, dos investigadores mexicanos formaron parte de los grupos de investigación que participaron exitosamente por primera vez a nivel mundial en el diseño de bacterias y plantas transgénicas. Se trata de los doctores **Francisco Bolívar Zapata** (UNAM) y **Luis Herrera Estrella** (Cinvestav).

El desarrollo de México debe basarse cada vez más en la generación y utilización efectiva de ciencia y conocimiento para superar los retos económicos, sociales y medioambientales.

En 2001 el presidente Fox presentó el Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 2001-06 que destaca la importancia de la ciencia y tecnología en el desarrollo de México.

El país cuenta con varias instituciones de investigación de excelencia que trabajan temas de biotecnología. El número de investigadores en México totalmente dedicados en los diversos campos de la biotecnología alcanza ya el número de 900 investigadores a fecha actual. Existen varios postgrados de excelencia en los que se preparan a los nuevos investigadores. Sin contar las múltiples empresas dedicadas a producir bebidas alcohólicas y derivados lácteos en el país existen más de 100 empresas biotecnológicas que producen la mayor parte de los más de 120 productos netamente biotecnológicos que se encuentran en el mercado mexicano. También hay empresas con capacidad

tecnológica importante que han puesto en el mercado fármacos producidos enteramente en México por técnicas de ingeniería genética. Un sector particularmente dinámico de empresas que usan técnicas biotecnológicas lo constituyen aquéllas dedicadas al medio ambiente, tratamiento de aguas y gases residuales.

Otro de los autores más citados en esta materia, el **Dr. Gustavo Viniegra**, señala que en general, los países de América Latina (incluyendo México) han mostrado un gran atraso en el aprovechamiento de la ciencia y la ingeniería para fines prácticos. De más de 500.000 empresas mexicanas, menos de una docena han logrado desarrollar procesos con tecnología propia. En la biotecnología hubo un arranque promisorio en los 1950 cuando se inició la producción semi-industrial de la penicilina, con la asesoría de **Alfredo Sánchez Marroquín**, y cuando arrancó la industria de fermentación de los esteroides en la que participó **Carlos Casas Campillo**. Pero después de 1960 la industria ha colaborado poco con los investigadores para desarrollar procesos de interés comercial. A fines de los 70 ya había científicos mexicanos de primera línea en esta materia, como **Francisco Bolívar** que participó en el desarrollo germinal de **Genentech** en EUA y **Luis Herrera**, quien colaboró en la formación de **Plant Genetic Systems** en Bélgica; pero no fue hasta fines de los 80 cuando media docena de empresas nacionales decidieron invertir en desarrollos biotecnológicos.

La política económica del país ha estado orientada a favorecer la industria maquiladora, con poca atención al desarrollo tecnológico interno. Los incentivos fiscales han sido escasos y las prácticas de fomento industrial se han orientado a la industria maquiladora, para la exportación de sus productos. Si a eso se añade la carencia de una tradición innovadora en la industria local, es posible entender el atraso sufrido frente a otros países competidores.

4. El Apoyo a la Biotecnología en México

4.1. Política Gubernamental

Ab initio se debe constatar la ausencia en México de una política gubernamental específica de apoyo a la Biotecnología a largo plazo y con objetivos claros para lograr el desarrollo de este sector a nivel nacional. Aunque no específicamente referido a esta área concreta, los principios y objetivos de la política gubernamental en Ciencia y Tecnología los podemos ver señalados en el marco jurídico que en su apoyo y promoción se ha dictado hasta la fecha.

Como consecuencia de este Programa, el CONACYT planteó la llamada "Vision 2025": México participará activamente en la generación, adquisición y difusión del conocimiento a nivel internacional, tratando de alcanzar para 2006 una inversión del 1% del Producto Interno Bruto en Ciencia y Tecnología y más del 2% para el 2025, posicionando al país como uno de los 20 países más desarrollados en ciencia y tecnología y a la economía mexicana como una de las diez más importantes del mundo.

No obstante y en la práctica, a pesar de la existencia de este Programa, en la actualidad aún no se han diseñado políticas públicas con visión de futuro en esta materia, no se han definido los objetivos y prioridades nacionales, ni se han detectado las áreas potencialmente explotables. Como consecuencia de estas carencias, no se ha destinado un porcentaje del PIB para impulsar y desarrollar la ciencia y la tecnología, de manera que los resultados fueran contundentes social y económicamente como se ha venido haciendo en otros países del entorno iberoamericano, siendo en este sentido, Chile y su 0.8% del PIB dedicado a ciencia y tecnología, el ejemplo más citado por diversos autores como modelo más inmediato a seguir.

4.2. Organismos Públicos de apoyo y promoción

• El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)

El principal Organismo Público de apoyo a la ciencia y la tecnología en México lo constituye el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) organismo dependiente de la Secretaría de Educación (SED).

Tiene como misión impulsar y fortalecer el desarrollo científico y la modernización tecnológica de México, mediante la formación de recursos humanos de alto nivel, la promoción y el sostenimiento de proyectos específicos de investigación y la difusión de la información científica y tecnológica.

El CONACYT es la institución encargada del fomento y coordinación de las actividades científicas y tecnológicas nacionales con el objeto de que se promueva el desarrollo de la ciencia básica para ampliar las fronteras del conocimiento y asociarlo a la formación de recursos humanos y a la ampliación y mejora de la calidad de la educación en ciencia y tecnología. Además, se promueve el desarrollo y el fortalecimiento de la investigación aplicada para atender las más urgentes necesidades sociales y ampliar las perspectivas del sector productivo.

Las políticas, acciones y criterios mediante los cuales el CONACYT fomenta la investigación científica y el desarrollo tecnológico en los últimos años están contenidos en el Programa Especial de Ciencia y Tecnología antes citado.

Misión: La meta es consolidar un Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que responda a las demandas prioritarias del país, que de solución a problemas y necesidades específicos, y que contribuya a elevar el nivel de vida y el bienestar de la población; para ello se requiere:

- Contar con una política de Estado en la materia.
- Incrementar la capacidad científica y tecnológica el país.
- Elevar la calidad, la competitividad y la innovación de las empresas.

• Instrumentos de apoyo al sector

► Fondos de apoyo a la Biotecnología

Los Fondos CONACYT, sin estar específicamente dirigidos al sector biotecnológico, se pretende que sean el instrumento fundamental del cambio estructural en el panorama mexicano de Ciencia y Tecnología. El establecimiento de dichos fondos permitirá al Consejo interactuar tanto con las secretarías de estado, los gobiernos estatales y las entidades federales, como con las instituciones del ámbito académico y científico y las empresas privadas que integran el sistema científico-tecnológico de México.

A través de los fondos sectoriales, mixtos, de cooperaciones internacionales e institucionales se coordinarán esfuerzos con un efecto multiplicador en la generación del conocimiento, la innovación, el desarrollo tecnológico y la formación de recursos humanos así como en el fortalecimiento de la capacidad científica y tecnológica.

Los investigadores, académicos, empresarios, universidades y centros de investigación podrán acudir a las convocatorias de los diferentes fondos para presentar propuestas que contribuyan a resolver problemas y necesidades, que expandan el conocimiento en campos pertinentes a los mismos y/o que den origen a nuevas empresas de alto valor agregado a partir de conocimientos científicos y tecnológicos

Los Fondos Sectoriales son fideicomisos para destinar recursos a la investigación científica y al desarrollo tecnológico en el ámbito sectorial correspondiente.

Los Fondos Mixtos son un instrumento para el desarrollo científico y tecnológico regional, estatal y municipal, que permiten la confluencia de recursos tanto de los gobiernos estatales y municipales como del CONACYT con el propósito de:

- ❑ Coadyuvar al desarrollo integral de las entidades federativas

mediante acciones científicas y tecnológicas.

- ❑ Fomentar el desarrollo y la consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de los estados.
- ❑ Promover la descentralización de las actividades científicas y tecnológicas.

Modalidades

- ❑ Investigación científica y tecnológica que:
 - Genere conocimiento puntero para el desarrollo del sector.
 - Resuelva problemas concretos del sector.
 - Atienda necesidades específicas.
 - Permita el aprovechamiento de oportunidades.
- ❑ Innovación y desarrollo tecnológico para:
 - Nuevos productos, procesos y servicios.
 - Atender las necesidades, oportunidades y/o problemas del sector.
 - Promover la creación y fortalecimiento de empresas y nuevos negocios de alto valor agregado de carácter estratégico.
- ❑ Creación y fortalecimiento de grupos de investigación científica y tecnológica en las Instituciones de Educación Superior, Centros de Investigación y empresas en el sector a través de:
 - La formación de recursos humanos de alto nivel.
 - La incorporación de científicos y tecnólogos.
 - El intercambio de estudiantes, científicos y tecnólogos.
- ❑ Creación y fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica.
- ❑ Divulgación y difusión de la ciencia y la tecnología relevante.

Características

- Posibilitan la conjunción de esfuerzos y recursos del CONACYT y de los sectores involucrados.
- Permiten una mejor asignación de recursos a investigaciones y desarrollos de interés.
- Estos fondos están constituidos y administrados mediante la figura de fideicomiso, lo que permitirá dar continuidad a los esquemas de apoyo.
- Asignan apoyos mediante procesos competitivos, eficientes, equitativos y públicos, sustentados en méritos y calidad, así como orientados con un sentido de responsabilidad social que favorezca al desarrollo del país.
- Se emitirán convocatorias para cada uno de los fondos, en donde se establecerán el objeto, los términos de referencia y las formas de presentación de las propuestas.
- Se llevará a cabo una evaluación ex-post para determinar el beneficio socioeconómico de los proyectos aprobados.
- Los fondos pueden recibir aportaciones complementarias del sector privado y de otras instancias.

► El Programa AVANCE

El "Subprograma de Alto Valor Agregado en Negocios con Conocimiento y Empresarios" **AVANCE**, es uno de los instrumentos que contempla el Programa de Fomento a la Innovación y al Desarrollo Tecnológico del CONACYT con fundamento en la Ley de Ciencia y Tecnología y en el marco del Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006.

Entre los objetivos se encuentran promover la creación de organizaciones de alto valor agregado basadas en conocimiento científico y tecnológico; así como diseñar, implantar y operar esquemas de Capital de Riesgo Semilla y de Garantías en sus distintas modalidades para el financiamiento de tecnología.

Dentro de sus instrumentos, el Subprograma AVANCE cuenta con:

- Programa "Ultima Milla", para lograr que desarrollos científicos y tecnológicos maduros, puedan convertirse en prospectos de inversión que originen negocios de alto valor agregado o nuevas líneas de negocio.
- Programa Emprendedores CONACYT-NAFIN, inversión de capital a empresas que desarrollan nuevas líneas de negocio de alto valor agregado a partir del conocimiento científico y tecnológico en las etapas de desarrollo comercial.
- El Fondo de Garantías para el Fomento Tecnológico CONACYT-NAFIN, facilita el acceso a líneas de crédito a las empresas que desarrollan nuevos productos, procesos y/o servicios, así como nuevas líneas de negocio mediante el otorgamiento de garantías y condiciones de financiamiento preferentes.

Las propuestas deberán ubicarse preferentemente en el contexto de las siguientes áreas estratégicas del PECYT:

- Información y Comunicaciones
- Biotecnología
- Materiales
- Diseño y procesos de manufactura
- Infraestructura y Desarrollo Urbano y Rural

► Beneficios fiscales. El RENIECYT

El Gobierno Federal ofrece diversos estímulos fiscales a las empresas que inviertan en investigación y desarrollo, de manera que se puede recuperar hasta el 30% de la inversión anual aplicada al desarrollo de nuevos productos, procesos o servicios durante el ejercicio fiscal. Para optar a estos beneficios es requisito estar inscrito en la red RENIECYT.

El RENIECYT es una base de datos de instituciones, centros, organismos, empresas o personas físicas de los sectores público, social y privado que realizan actividades científicas y

tecnológicas que forma parte del Sistema Integrado de Información sobre Investigación Científica y Tecnológica (SIICYT). Se trata de un registro declarativo de carácter administrativo y voluntario para las personas físicas y morales de los sectores social y privado, pero obligatorio para las instituciones públicas que de manera sistemática realizan actividades de investigación científica, desarrollo tecnológico y producción de ingeniería básica.

Constituye un prerrequisito para las personas físicas y morales interesadas en recibir los beneficios o estímulos derivados de los ordenamientos federales aplicables a las actividades científicas y tecnológicas.

Los beneficios de la inscripción en el RENIECYT, pueden ser:

- Estímulos fiscales por disposición de Ley
- Facilidades, estímulos y apoyos económicos y esquemas de financiamiento derivados de los Fondos y Programas que opera el CONACYT.

Dirección

Av. Insurgentes Sur No. 1582, Col. Crédito Constructor, Del. Benito Juárez
C.P: 03940, México, D.F.
Telf.: (+55) 53-22-77-00
Web: <http://www.conacyt.mx/>
E-mail: comentarios@conacyt.mx

Contacto

Director General
D. Jaime Parada Ávila
Telf.: Ext.01 (+55) 53 22 77 00
Email: jparada@conacyt.mx

► Otros Organismos Públicos de Interés

A pesar de la ausencia en México de una política gubernamental específica de apoyo a la Biotecnología es evidente el interés de las autoridades en la promoción de la inversión en este sector y existen numerosos organismos que prestan una labor de apoyo e información.

► Senado de la República

Cuya Web ofrece una completa y valiosa información no sólo en cuanto a instrumentos normativos se refiere, si no también una variada recopilación de recursos, artículos y ensayos sobre Biotecnología en México.

Web: <http://www.senado.gob.mx/>

► Sistema Integral de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP)

El Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera es un organismo dependiente de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) cuya misión es proveer a los productores agropecuarios, pesqueros y agentes económicos que participan en las cadenas agroalimentarias, de información fiable y oportuna para la toma de sus decisiones que contribuyan al desarrollo rural sustentable.

Ofrece la más completa guía de recursos para conocer el estado actual de la Agricultura y Ganadería Mexicana, así como del sector Pesquero y Alimentación en general.
Web:

<http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>

► Comisión Intersecretarial de Bioseguridad y Organismos Genéticamente Modificados (CIBIOGEM)

El Estado Mexicano, preocupado por la preservación de la salud de su población así como por la seguridad de sus recursos biológicos, se dio a la tarea de conjuntar los esfuerzos de diferentes instituciones de gobierno dependientes del Ejecutivo Federal que, de manera directa o bien indirectamente, tienen competencia en el tema.

La Comisión es un órgano del poder Ejecutivo que al más alto nivel se encarga de establecer las políticas y tomar las decisiones inherentes al manejo de los organismos vivos modificados por medios biotecnológicos para que sean inocuos a la salud del ser humano y no pongan en riesgo los cultivos

básicos de la economía campesina o bien la biodiversidad de nuestro país.

La creación de la CIBIOGEM se justifica al ser México un país cuya profusión de especies lo convierten en uno de los países con mayor diversidad biológica del planeta. El sitio Web de la Comisión contiene en archivos PDF, toda la información relativa a la normativa que rige en México en materia de Bioseguridad y OGMs.

Web: <http://www.cibiogem.gob.mx/>

Sobre este mismo tema y reflejo de la preocupación de las autoridades mexicanas en materia de Bioseguridad se ha creado el denominado **Directorio de Expertos en Bioseguridad**. La Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (**CONABIO**) es la encargada de crear este directorio de expertos. El objetivo del directorio es el de contar con la información necesaria para solicitar una opinión formal, consulta o asesoría a los expertos en cada tema cuando así se requiera por parte de las dependencias gubernamentales, académicas y/o privadas. Este esfuerzo servirá para coordinar e intercambiar información para desarrollar el análisis de riesgo y la gestión y el monitoreo de los OGMs en el país.

Web: <http://expertos.conabio.gob.mx/>

► Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

A través de su Pág. Web el instituto ofrece toda la información y asesoría a los usuarios sobre el sistema mexicano de Propiedad Intelectual e Industrial, los servicios que ofrecen las oficinas centrales y las cuatro oficinas regionales e intenta concienciar de las ventajas del sistema de patentes y marcas. Contiene todo el marco legislativo aplicable, procedimientos, formularios, tarifas y gestión. Toda la información se encuentra disponible en formato PDF.

Web: http://www.impi.gob.mx/impi/jsp/index_all.jsp?OpenFile=docs/bienvenida/main_nuevo.html

► Sistema de Información Empresarial Mexicano

Constituye el padrón empresarial público más grande de México y contiene una gran cantidad de información sobre la economía mexicana, el tejido empresarial del país, los diferentes sectores productivos, la segmentación de los mercados y las organizaciones empresariales mexicanas, entidades federativas y cámaras empresariales.

Web: <http://www.siem.gob.mx/portalsiem/>

► Embajada de México en España

La Embajada de México realiza en España una labor fundamental de promoción de intercambio cultural y comercial entre nuestros dos países. La Consejería Económica de la Embajada, a través de su responsable, D. Carlos Díaz Abrego, ha prestado un importante servicio facilitando información para la realización de este informe.

Dirección

Carrera de San Jerónimo, 46
28014, Madrid
Telf.: (+34) 91-369-28-14
Fax: 91-420-22-92
<http://www.sre.gob.mx/espana/embamex@embamex.es>

Contacto

Consejero Económico
D. Carlos Díaz Abrego
Email: cdiaz@embamex.es

► El banco de Comercio Exterior (BANCOMEXT)

Bancomext es una institución del Gobierno Mexicano cuya misión consiste en impulsar el crecimiento de las empresas mexicanas, principalmente pequeñas y medianas e incrementar su participación en los mercados globales, ofreciendo soluciones integrales que fortalezcan su competitividad y fomenten la inversión, a través del acceso al financiamiento y a otros servicios y promocionales.

Dirección en España

Carrera de San Jerónimo, 46, 2º Piso
28014, Madrid
Telf.: (+34) 91 420-20-17
FAX: 91 420-27-36
<http://www.bancomext.com/Bancomext/index.jsp>
españa@bancomext.gov.mx

Contacto

Responsable para España, Portugal y Marruecos
D. Carlos Ceceña Cervantes
ccecena@bancomext.gov.mx

► Innovation México

Se trata de una publicación electrónica gratuita editada por el CONACYT que provee de información relevante sobre los actuales avances y tendencias científicas y tecnológicas en México.
<http://www.innovationmexico.com/index.php?opc=au&ed=5>

4.3. Asociaciones e instituciones privadas

● La Academia Mexicana de las Ciencias

Es una asociación civil independiente y sin fines de lucro que actualmente agrupa a 1,716 miembros de destacadas trayectorias académicas y que trabajan en diversas instituciones del país y del extranjero. Esta organización, enlaza a científicos de muy diversas áreas del conocimiento bajo el principio de que la ciencia, la tecnología y la educación son herramientas fundamentales para construir una cultura que permita el desarrollo de las naciones. Con base en lo anterior, la Academia tiene como **objetivos:**

- Promover el diálogo entre la comunidad científica nacional e internacional
- Orientar al Estado Mexicano y a la sociedad civil en los ámbitos de la ciencia y la tecnología
- La producción de conocimiento y su orientación hacia la solución de los problemas que atañen al país

- Fomentar el desarrollo de la investigación científica en diferentes sectores de la población
- Buscar el reconocimiento nacional e internacional de los científicos mexicanos
- Contribuir a la construcción de una sociedad moderna, equitativa y justa

Merece la pena destacar que de entre sus numerosas actividades e iniciativas, la Academia ha tomado especial interés la promoción de la Biotecnología entre la sociedad Mexicana y el impulso de este sector de cara a las autoridades gubernamentales. Exponente de esta labor es la publicación de dos libros "*Fundamentos y casos exitosos de la Biotecnología moderna*" y "*Recomendaciones para el desarrollo y la consolidación de la Biotecnología en México*", que ha servido de ayuda inestimable para la realización del presente informe. Ambos se encuentran disponibles de manera gratuita en formato PDF a través de la Pág. Web de la Academia que figura a continuación.

Dirección

Calle Cipreses s/n, Km. 23.5 de la carretera federal México - Cuernavaca, San Andrés Totoltepec, Tlalpan, C.P. 14400, México, D.F.
Telf.: (+52) 58 49 49 05
FAX 58 49 51 12
Risco No. 255 Col. Jardines del Pedregal Delegación Álvaro Obregón. México D.F. C.P. 01900
Telf.: (+52) 51 35 30 82
FAX: 51 35 30 82
<http://www.amc.unam.mx/academia@amc.unam.mx>
aic@servidor.unam.mx

Contacto

Presidente
Dr Octavio Paredes López
Vicepresidente
Dr. Juan Pedro Laclette San Román

● Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería

Conscientes de la importancia de estas áreas del conocimiento, un grupo de destacados científicos e investigadores mexicanos fundaron en 1982 la Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería A.C. Actualmente, la SMBB

cuenta con más de 800 socios numerarios, profesionales y estudiantes, realiza cada dos años el Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería, además de conferencias y cursos cortos, y edita la revista Biotecnología, su órgano oficial de comunicación.

Sus **objetivos** son:

- Asociar y representar a los profesionistas y estudiantes interesados en el desarrollo de la Biotecnología y Bioingeniería en México.
- Promover la Biotecnología y Bioingeniería en México, así como dar a conocer las actividades de esta índole en el país.
- Promover la vinculación y la transferencia de tecnología entre el sector productivo del país tanto público como privado, y los centros de investigación y desarrollo de Biotecnología.
- Impulsar y orientar, de acuerdo con las realidades académicas e industriales del país, la formación de biotecnólogos y bioingenieros a través de los planes de enseñanza.
- Fomentar las relaciones con otras Sociedades y Asociaciones de índole semejante en el país y en el extranjero.
- Realizar congresos y seminarios para dar a conocer las actividades científicas y tecnológicas de sus asociados.
- Difundir las actividades referidas en instituciones académicas, centros de investigación e industria, a través de la publicación de los resúmenes de los trabajos presentados.
- Promover la expedición de leyes, reglamentos y reformas relativas al ejercicio de la profesión de biotecnólogos y bioingenieros.

Dirección

Km. 23.5 Carretera Federal México-Cuernavaca, Av. Cipreses s/n, col. San Andrés Totoltepec, C.P. 14400, México, D.F.
Teléfono (55) 5849 58 59 -- Fax: (55) 5849 68 62
Email: smbiotec@yahoo.com.mx
Web: <http://www.smbb.com.mx>

Contacto

Presidente

DR. MARIANO GARCIA GARIBAY
UAM- IZTAPALAPA, Depto. De Biotecnología
Av. San Rafael Atlixco 186, Col. Vicentina, México, D.F 09340
Tel: 58 04 47 20
E-mail: jmqg@xanum.uam.mx

Vicepresidente

DRA. AMELIA FARRÉS GONZÁLEZ SARABIA
UNAM, Facultad Química, Lab. 312 Conjunto E, Depto de Alimentos y Biotecnología
México, D.F., MEXICO
Tel: (55) 56 22 53 48
Fax: (55) 56 22 53 09
Email: farres@servidor.unam.mx

• AgroBIO México A.C.

Es una asociación civil que reúne a las organizaciones interesadas en la biotecnología agrícola en México.

Fue fundada en 1999 con la misión de crear un ambiente favorable para el desarrollo de esta moderna tecnología en nuestro país.

Son sus **objetivos**:

- Sensibilizar a la sociedad sobre los beneficios de la aplicación responsable de la biotecnología en la agricultura, mediante el flujo de información relevante con bases científicas sólidas.
- Representar a la industria relacionada con la biotecnología agrícola para colaborar en el desarrollo de políticas y regulaciones nacionales que fomenten el cuidado del ambiente y la salud, además de la inversión y la transferencia de tecnología.
- Promover el vínculo entre el sector académico y la industria biotecnológica, con el fin de reforzar la capacitación e investigación estratégica en biotecnología agrícola.

► Actividades principales:

- Colaboración estrecha con centros de investigación y desarrollo en biotecnología vegetal del país.

- ❑ Organización y coordinación de seminarios sobre temas como la evaluación de la inocuidad, la regulación de los cultivos modificados genéticamente y los aspectos socioeconómicos asociados a la aplicación de la biotecnología en México.
- ❑ Desarrollo de materiales informativos para fomentar el conocimiento de sus aplicaciones actuales y potenciales.
- ❑ Presencia en los eventos más relevantes de los sectores agropecuario, industrial, gubernamental, académico y de salud.

Socios fundadores: Bayer, DuPont, Monsanto, Dow AgroSciences y Syngenta

Dirección

C/ Calderón de la Barca N° 78 PB,
Colonia Polanco
C.P. 11560
México, D.F.
Telf.: (+52-55) 52-81-44-00
Web:
<http://www.agrobiomexico.org.mx/>

Contacto

Presidente Ejecutivo y Director General

Lic. Carlos Camacho Gaos

Director Técnico

Dr. José Luis Solleiro

Coordinadora Técnica

Lic. Sandra Piña

Gerente de Comunicación

MBC. Ana Laura González

agonzalez@agrobiomexico.org.mx

► Otras

La Sociedad Mexicana de Inmunología

Es una asociación civil creada con el fin de fortalecer los lazos entre aquellos dedicados a la inmunología y promover el desarrollo de esta disciplina científica en México.

Web:

<http://www.sminmunologia.org/index.php>

La Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas

Es una asociación cuyas finalidades son específicamente de promoción de la Ciencia y de beneficio general de sus asociados.

Como parte de las actividades de la Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas, se encuentra el apoyo al Nodo Nacional de Bioinformática EMBnet México.

Web: <http://smcg.cifn.unam.mx/>

5. Legislación

5.1. Marco normativo en materia de Biotecnología: Biotecnología y Bioseguridad

Agradecemos al **Dr. José Luis Solleiro**, Director Técnico de **AgroBio**, Profesor de Investigación de la universidad Autónoma de México (**UNAM**), su interés y colaboración en la elaboración del presente epígrafe.

Se hace referencia repetidamente a la aplicación del "Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología". **La Ley de Bioseguridad** acaba de ser aprobada el 14 de febrero de 2005 y publicada el 18 de marzo. Dicha Ley supone la incorporación al marco jurídico y normativo mexicano de las previsiones contenidas en el mencionado Protocolo de Cartagena y crea la Comisión Intersecretarial de Bioseguridad, a la que se hace referencia más adelante.

Debe señalarse que diversos estados mexicanos presentan actualmente diversos proyectos para declararse por Ley "territorios libres de OGMs".

México firma el "**Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología**" que emana del "Convenio de Diversidad Biológica" el 24 de mayo del 2000 y lo ratifica ante el secretariado del mismo el 27 de agosto del 2002.

El principal objetivo del protocolo es garantizar un nivel adecuado de protección en la transferencia, manipulación y utilización segura de los organismos vivos modificados (OVMs) resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose en los movimientos transfronterizos (Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2001. Art.1).

En este protocolo queda establecido un "Centro de Intercambio de Información sobre Seguridad de la Biotecnología" (**BCH**), con el fin de facilitar el

intercambio de información y experiencia científica, técnica, ambiental y jurídica en relación a los OVMs y prestar asistencia a las partes que integran el mismo (**Protocolo de Cartagena**, Art. 20).

Los gobiernos de México, Estados Unidos de América y Canadá firmaron en Octubre de 2003 un Documento de Entendimiento para dar cumplimiento a los requerimientos del Artículo 18.2a del Protocolo de Cartagena

Como elemento central de la bioseguridad está la adopción de medidas para la protección a la salud y al ambiente, derivadas del manejo y liberación de OGMs. Precisamente, la normatividad jurídica se aplica principalmente en salud —humana, animal y vegetal— y medio ambiente.

La propia CIBIOGEM, a través de las Secretarías de Estado y del CONACYT, integrantes de la misma, aplica ciertas normas jurídicas relacionadas con bioseguridad, que principalmente se refieren a la SAGARPA, SEMARNAT y SSA.

Las normas relativas a la salud humana y animal, primordialmente se encuentran previstas en la Ley General de Salud, en cuatro de sus reglamentos (Investigación para la Salud, Insumos para la Salud, Control Sanitario de Productos y Servicios, y Publicidad), en la Ley Federal de Sanidad Vegetal, en la Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas, en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y en la NOM-056-FITO-1995. Por lo que respecta a la protección al ambiente, las normas jurídicas relativas se encuentran en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el reglamento de esta última, en materia de impacto ambiental.

Por lo que respecta a la protección del medio ambiente, las normas jurídicas relativas se encuentran en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en el reglamento de esta última, en materia de impacto ambiental.

En cuanto a las otras tres Secretarías de Estado que conforman CIBIOGEM (Hacienda y Crédito Público, Economía y

Educación Pública), es importante precisar que no aplican normatividad específica en materia de bioseguridad, aunque sí lo hacen en cuanto a disposiciones que regulan aspectos relacionados con bioseguridad y/o biotecnología vinculada con bioseguridad, indirectamente.

En este orden de ideas, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público aplica normatividad relacionada con el control sobre movimientos transfronterizos de bienes (importación y exportación), aduanas, imposición tributaria (impuestos) y asistencia financiera, entre otros.

La Secretaría de Economía hace lo correspondiente sobre normas jurídicas relacionadas con el comercio exterior, políticas comerciales nacionales e internacionales, colocación en el mercado de bienes y tratados comerciales internacionales, mientras que uno de los órganos gubernamentales sectorizados a esta dependencia (IMPI), regula la propiedad industrial, y otro protege los derechos de los consumidores (PROFECO).

Por su parte, la Secretaría de Educación Pública indirectamente también se vincula con la bioseguridad al aplicar normas jurídicas vinculadas con la elaboración de políticas educativas nacionales a prácticamente todos los niveles, investigación y divulgación educativa y científica —junto con CONACYT—, entre otros.

• **Normatividad aplicada por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)**

- Ley Federal de Sanidad Vegetal.
- Ley sobre Producción, Certificación y Comercio de Semillas.
- Ley de Desarrollo Rural Sustentable.
- NOM-056-FITO-1995 Por la que se establecen los Requisitos Fitosanitarios para la Movilización Nacional, Importación y Establecimiento de Pruebas de Campo de Organismos Manipulados Mediante la Aplicación de Ingeniería Genética.

• **Normatividad aplicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)**

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

• **Normatividad aplicada por la Secretaría de Salud (SSA)**

- Ley General de Salud
- Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios
- Reglamento de Insumos para la Salud
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad
- Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud

• **Delitos en materia de Bioseguridad**

- Código Penal Federal

De los anteriores textos normativos, el proyecto de Reforma a la Ley General de Salud y la iniciativa de Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados, se han aprobado por la Cámara de Senadores y se encuentran pendientes de aprobación por la de Diputados.

En general, la normativa descrita transcribe la dicotomía presente en la mayor parte de los países latinoamericanos y que es también compartida en Europa, entre la promoción de la biotecnología como sector económico que puede llegar a liderar cambios estructurales importantes en el país y el recelo que existe entre buena parte de la sociedad y los poderes mediáticos ante la aparición de estas nuevas tecnologías, recelo alentado por las organizaciones ecologistas y pro derechos indígenas, en un conflicto de opiniones y posturas mediatizado en buena parte políticamente, por las relaciones de México con su vecino del Norte y muy especialmente por su carácter de país biológicamente

megadiverso y la preocupación que existe en esta materia, con sus pros y contras.

5.2. Normativa aplicable en materia de Comercio Exterior

En este ámbito debemos tener en cuenta los espacios institucionales de relaciones comerciales internacionales en los que se mueve México, TLCAN (NAFTA) con USA y Canadá, ALCA con los países Iberoamericanos y el TLC suscrito con la UE.

El principal marco normativo que rige las relaciones comerciales entre México y España, y con el resto de los países miembros de la UE es **el Tratado de Libre Comercio (TLC)** suscrito entre México y la UE y que rige las relaciones comerciales entre ambos socios desde julio del año 2000.

México, de conformidad con las cifras de la organización Mundial de Comercio (OMC), actualmente es considerado como la octava potencia comercial del mundo y la primera en América Latina, debido a que en los últimos 10 años su comercio exterior ha crecido a un ritmo acelerado, superior al de cualquier otra nación en el mundo (a una tasa promedio anual del 31.8 % con respecto del 8.5 % que se da a escala mundial), convirtiendo de esta manera a las exportaciones, en el motor fundamental del crecimiento y la generación de empleos en el país.

En la búsqueda constante de diversificar sus relaciones comerciales, México, inicia con la unión Europea una serie de negociaciones con el fin de llegar a la elaboración de un nuevo acuerdo que concluye:

- El refuerzo del diálogo político entre las dos Partes
- El mejoramiento de la cooperación económica, técnica, científica y cultural
- Una liberalización comercial bilateral, progresiva y recíproca del comercio de bienes y servicios, congruente con las normas de la OMC

La UE es el segundo socio comercial y la segunda fuente de IED en México. Sin embargo, la relación bilateral está por debajo de su potencial. Actualmente México ocupa el tercer lugar como

proveedor de Estados Unidos y el número 34 de la Unión Europea.

En virtud de lo anterior y dado que la Unión Europea representa para México su segundo socio comercial y la segunda fuente de inversión extranjera directa, las dos partes decidieron negociar un Tratado de Libre Comercio que les brindase la oportunidad de fortalecer sus relaciones económicas y comerciales. Con la entrada en vigor de este tratado, se eliminaron las desventajas de acceso a los mercados que enfrentan los exportadores de ambas partes, equilibrando sus condiciones de competencia con otros socios comerciales. Además, a México le permitirá no sólo diversificar el mercado de sus productos, sino también ampliar la oferta disponible de bienes y servicios.

Lo anterior se traducirá en un mayor crecimiento de las exportaciones, una mayor transferencia de tecnologías, fuentes alternativas de insumos, estímulos a la competitividad y la eficiencia empresarial y en la generación de más y mejores empleos. Así mismo, establecerá un marco legal que brindará certidumbre a empresarios e inversores de ambas regiones, que estimulará la formación de alianzas estratégicas y co-inversiones entre empresas mexicanas y europeas para aprovechar las ventajas competitivas que nos ofrecen el acceso a otros países con los que México mantiene Tratados de Libre Comercio en vigor.

Dentro de los resultados de la negociación en materia de acceso a mercados encontramos la eliminación gradual y recíprocamente los aranceles a la importación.

- Se reconocería la asimetría entre México y la Unión Europea mediante plazos de desgravación diferenciados para los distintos sectores.
- Se eliminarían las prohibiciones y restricciones cuantitativas (permisos a la importación o exportación), pero se conservaría el derecho de adoptar medidas necesarias para proteger la vida o la salud humana, animal o vegetal del medio ambiente o la moral pública.

El TLC ha permitido a México reforzar su posición estratégica en el comercio mundial:

- Diversificar los mercados de exportación para aumentar las ventas de la industria al exterior.
- Consolidar la posición estratégica de México, ya que sería la única economía del mundo con acceso preferencial a la U.E., EE.UU., Canadá, y a seis países latinoamericanos.
- Aumentar su competitividad.
- Diversificar las fuentes de insumos.
- Fomentar mayores flujos de inversión.
- Promover la transferencia de tecnología en beneficio de las empresas mexicanas, en particular de PYMES.
- Generar más y mejor empleo.

5.3. Propiedad Industrial en Biotecnología

• El Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial

Es un organismo público creado por Decreto de 10 de diciembre de 1993, encargado de administrar el sistema de propiedad industrial. Tiene como Misión estimular la creatividad en beneficio de la sociedad y proteger jurídicamente a la propiedad industrial y los derechos de autor a través del Sistema Nacional de Propiedad Industrial, mediante el otorgamiento de derechos tales como patentes, modelos de utilidad y diseños industriales, emite resoluciones sobre signos distintivos, marcas, nombres comerciales, denominaciones de origen y autorizaciones de uso, además de licencias y transmisiones de los derechos derivados de la protección legal de los mismos. También imponer sanciones por el uso indebido de estos derechos y declarar la nulidad, cancelación o caducidad de los mismos.

Constituyen atribuciones del Instituto:

- ❑ Otorgar protección a través de patentes, registro de modelos de utilidad y diseños industriales; registros de marcas y avisos comerciales; autorizar el uso de denominaciones de origen y proteger los secretos industriales.
- ❑ Prevenir y combatir los actos que atenten contra la Propiedad Industrial y constituyan competencia

desleal, así como aplicar las sanciones correspondientes.

- ❑ Promover y fomentar la actividad inventiva de aplicación industrial, las mejoras técnicas y la difusión de los conocimientos tecnológicos, fomentando la transferencia de tecnología.
- ❑ Promover la cooperación internacional en esta materia mediante acuerdos con instituciones similares en otros países

A través de su Pág. Web el instituto ofrece toda la información y asesoría a los usuarios sobre el sistema mexicano de Propiedad Intelectual e Industrial.

Web:

http://www.impi.gob.mx/imp/jsp/indice_all.jsp?OpenFile=docs/bienvenida/main_quees_imp.html

• Legislación aplicable

El marco normativo básico aplicable en materia de Propiedad Industrial esta constituido por:

A nivel Nacional:

- ❑ **Ley de Propiedad Industrial** (D.O.F. 27 de junio de 1991)
- ❑ **Reglamento de la Ley de la Propiedad Industrial** (D.O.F. 23 de noviembre de 1994)

A nivel Internacional:

- ❑ **Tratado de Cooperación Internacional en Materia de patentes (PCT)** adoptado el 19 de junio de 1970 y vigente en México desde el 1 de enero de 1995.

De un primer análisis de la literatura publicada sobre la situación de la Propiedad Industrial y concretamente en materia de patentes relacionadas con la comunidad científica mexicana, se deducen problemas crónicos similares a los que adolecen otros sistemas de propiedad industrial y comunidades similares, entre las que podemos encontrar el caso español.

En general, (y no solo referido a Biotecnología, sector sobre el que no es posible encontrar datos uniformes contrastables) podemos afirmar que los

problemas a los que actualmente se enfrenta México en materia de patentes son la falta de una "cultura de patentes" entre la comunidad científica, que carece en general, de interés por patentar aplicaciones industriales de sus invenciones y los costes y complicaciones que supone su tramitación, gestión y mantenimiento, para los que no existen ayudas oficiales.

Los científicos que se deciden a patentar se quejan, en general de la dificultad de la tramitación, las trabas burocráticas a que se enfrentan desde sus propios institutos, la falta de órganos en las instituciones a las que pertenecen encargados específicamente de esta labor, la ineficacia general del sistema y de la protección otorgada y los grandes costes que supone el mantenimiento de un patente, no ya solo en México sino a nivel internacional, en caso que sea necesario patentar en otros países.

De las patentes registradas en México durante el año 2004, sólo 3.74% son de autoría mexicana. De las 6.391 depositadas en el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 239 pertenecen a científicos e inventores de este país. Muchos son los científicos Mexicanos que solicitan ante la US PTO la patente de sus invenciones, antes que en su propio país.

Citando un reciente artículo publicado por **Mario Villanueva** en noviembre de 2004 en el **Diario Milenio**, el asunto de las patentes en México involucra diferentes variables. Los implicados expresan puntos de vista distintos que dificultan determinar las causas de la escasez de patentes registradas. Pero todos aseguran que no existe un culpable único. Se trata de una responsabilidad compartida que es fiel reflejo de los problemas estructurales del país.

Acusan al atraso científico y tecnológico y lo vinculan con la falta de apoyo gubernamental y de una política científica de largo plazo con objetivos claros acerca de lo que se busca para lograr el desarrollo nacional. Asimismo, se atribuye el problema a la inexistencia de una cultura de patentes, lo complicado que puede resultar la solicitud de patentes y su tramitación y gestión, al reducido número de investigación aplicada, al escaso vínculo entre investigadores, industria y beneficiarios del desarrollo científico y tecnológico, así como a una deficiente legislación sobre la materia.

El **Dr. Pablo Rudomín Zevnovaty** del Departamento de Fisiología, Biofísica y Neurociencias del Cinvestav-IPN, asegura que el problema es una combinación de factores: una comunidad científica y tecnológica sin los suficientes estímulos para que las ideas que se generan sean convertidas en negocios rentables y que la industria mexicana no está interesada en apoyar la investigación.

En términos similares se expresa el **Dr. Francisco Bolívar Zapata**, investigador del Instituto de Biotecnología de la UNAM: hay pocas patentes porque hay, poca investigación en México. Al no haber industria mexicana que haga I+D+i por carecer de un marco jurídico que garantice el ambiente propicio, no habrá inversión de su parte en este campo.

En ese sentido, el coordinador de la Investigación Científica de la UNAM, **René Drucker Colín**, encuentra un obstáculo más: la ausencia de un ente bien preparado para encargarse de ese proceso complejo de tramitar una patente.

El **Dr. Jorge Membrillo Hernández** del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM opina que la situación se debe en parte a que no hay una legislación bien determinada. Las patentes que realmente se consideran son las registradas en el extranjero, en Estados Unidos y Europa. Al bajo número de patentes se debe añadir todos aquellos trabajos realizados por mexicanos que fueron patentados en el extranjero.

Al margen de las opiniones de sus colegas, el presidente de la Academia Mexicana de Ciencias, **Octavio Paredes López**, señala entre los factores que motivan esta situación la falta de un a "cultura de patente" entre la comunidad científica mexicana y de apoyo por parte de las instituciones siendo excepción las que tienen un aparato que se dedique al registro, trámite y al eventual uso de las patentes. Más importante y delicado que la generación de patentes es la aplicación y protección de éstas.

Sin embargo, a diferencia de sus colegas, deslinda responsabilidades. A la pasividad de la comunidad científica, Paredes López suma la falta de aparatos de detección, asimilación, modificación y aplicación de conocimientos en los centros de desarrollo científico y tecnológico en México.

6. El Sector Biotecnológico

6.1. Introducción

El **Informe Estratégico Nacional 2002-2006**, que sobre México ha elaborado la **UE** realiza un breve análisis de la situación del tejido empresarial mexicano, con especial énfasis en las pequeñas y medianas empresas.

Aproximadamente el 98% de las empresas mexicanas pueden considerarse microempresas y pequeñas y medianas empresas. Desempeñan un papel fundamental en la creación de empleo, en la actividad económica regional y en la formación de técnicos y líderes empresariales. Su contribución al desarrollo económico y social de México es enorme, no sólo desde el punto de vista de la satisfacción de las necesidades básicas de la población, sino también porque suministran materias primas y componentes a grandes empresas y por sus exportaciones, directas o indirectas.

Desde finales de la década de 1980, las PYMEs han sido el sector más afectado por los cambios en la política económica, en particular la apertura del comercio, las crisis financieras y la eliminación de las ventajas fiscales y financieras a la inversión, el empleo y el desarrollo regional. Estas empresas han visto como se reducían sustancialmente sus actividades. En la actualidad existe un amplio consenso en el sentido de que las políticas e instrumentos en vigor no son suficientes para su supervivencia y desarrollo futuro.

Las políticas económicas aplicadas desde 1988 han aportado mayores beneficios a las grandes empresas nacionales y extranjeras, mientras que las PYMEs han sufrido importantes limitaciones debido al lento crecimiento del mercado interior. La creciente polarización de la economía, donde actualmente el crecimiento está siendo activado por las exportaciones de aproximadamente 300 empresas relacionadas con las maquiladoras. Esto significa que la totalidad de la economía se enfrenta a serios retos entre los que destacamos la ausencia de un sector tecnológico fuerte, la falta de interés por la innovación y la escasez de inversión en I+D+i de las empresas, factores que a su vez están condicionando la aparición de

empresas mexicanas de base biotecnológica.

Las grandes empresas se han orientado cada vez más a la exportación, mientras que su contribución al PIB y su productividad han crecido. Sin embargo no han sido capaces de arrastrar al resto de la economía mexicana con ellas. No han tenido una repercusión significativa en la creación de empleo o en los salarios reales. Se les achaca que no han hecho lo suficiente para desarrollar la cadena de suministro ni para establecer métodos de subcontratación que favoreciese a las pequeñas industrias ni por el desarrollo tecnológico, que son esenciales para las pequeñas y medianas empresas nacionales. En este contexto, resulta fundamental para la economía mexicana que se reactive la participación activa de las PYMEs en la economía.

6.2. La industria Biotecnológica

No se puede hablar a día de hoy de la presencia en México de un sector empresarial de base biotecnológica consolidado como tal.

El desarrollo de un sector productivo y de servicios biotecnológico se encuentra condicionado por los factores que hemos analizado en el punto anterior, es decir, un escaso dinamismo de las pequeñas y medianas industrias en el global de la economía mexicana, la falta de interés por la innovación y la escasez de inversión en I+D+i de las empresas. A estos factores se añaden, por otra parte, el escaso interés de la comunidad científica mexicana por transformar los resultados de sus investigaciones en proyectos empresariales viables, la falta de cultura en emprendizaje empresarial. No existen apenas mecanismos que faciliten y favorezcan esta transferencia de tecnología y conocimiento de los centros de investigación a la sociedad y por otra parte, tampoco existe un interés real de los empresarios y de las asociaciones que los representan por demandar soluciones biotecnológicas a problemas productivos concretos. Problemas, que como vemos, no son privativos del tejido industrial y

económico mexicano y que son perfectamente extrapolables a otros entornos latinoamericanos e incluso europeos.

● **Aplicaciones biotecnológicas por sectores**

▶ **Biotecnología agrícola en México**

La agricultura es actualmente el principal sector económico en México al que se dirigen las aplicaciones biotecnológicas. Este hecho se debe a la urgencia de respuestas efectivas, al doble reto de aumentar la productividad al tiempo de alcanzar un manejo ambientalmente adecuado de los recursos enfrentando simultáneamente los objetivos de rentabilidad, productividad, competitividad, equidad y sostenibilidad. Se requiere hacer cambios encaminados a reducir el impacto ambiental negativo que ha tenido la intensificación de la agricultura, las más de las veces por el uso indiscriminado de fertilizantes,

plaguicidas e irrigación. Este reto exige pensar en formas alternativas de hacer agricultura, si es que se desea promover un crecimiento agropecuario sostenible, pues la atención a los problemas del campo es urgente y fundamental para la viabilidad del país.

Muchos de los desafíos que enfrenta el sector agrícola son fundamentalmente técnicos y deben ser abordados con un fuerte componente tecnológico, de ahí la importancia de emprender un cambio que incluya aplicaciones biotecnológicas.

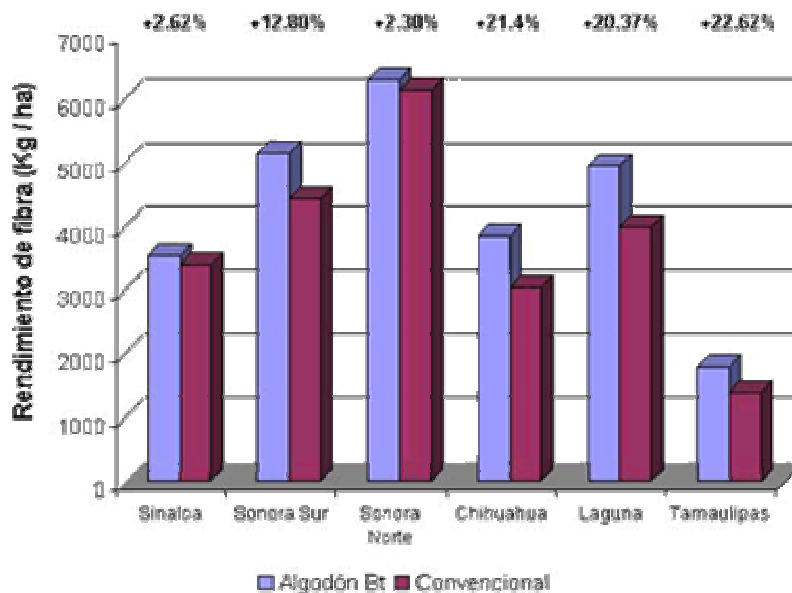
México es uno de los diez principales países que siembran cultivos modificados genéticamente en el mundo. De esta manera México se ha consolidado como una de las naciones en desarrollo de América Latina, más avanzadas en biotecnología.

Desde 1995 la Secretaría de Salud ha aprobado algunos productos biotecnológicos para consumo humano por considerarlos inocuos:

PRODUCTO	CARACTERÍSTICAS INTRODUCIDA
1995	
Jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>) de maduración retardada	Gen de poligalacturonasa del jitomate en antisentido
1996	
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) resistente a la catarinita de la papa	Gen Cry IIIA de <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i>
Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>) resistente a insectos lepidópteros	Gen Cry I (C) de <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i>
Canola (<i>Brassica napus</i>) resistente al herbicida glifosato	Gen 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa de <i>Agrobacterium</i> sp. cepa 4
Jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>) de maduración retardada	Gen de poligalacturonasa con actividad reducida, del jitomate
Soya (<i>Glycine max</i> L) resistente al herbicida glifosato	Gen 5-enolpiruvilshikimato-3-fosfato sintetasa de <i>Agrobacterium</i> subsp. cepa 4
1998	
Jitomate (<i>Lycopersicum esculentum</i>) de maduración retardada	Fragmento del gen de la aminociclopropano ácido carboxílico sintetasa del jitomate
1999	
Canola (<i>Brassica napus</i>) resistente al herbicida glufosinato de amonio	Gen de fosfotricina acetil transferasa de <i>Streptomyces viridochromogenes</i>
2000	
Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>) resistente al herbicida glifosato	Gen EPSPS de <i>Agrobacterium</i> spp. cepa CP4
2001	
Canola (<i>Brassica napus</i>) resistente al herbicida glufosinato de amonio	Gen de fosfotricina acetil transferasa de <i>Streptomyces viridochromogenes</i>
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) resistente a la catarinita de la papa y al virus del enrollamiento de la hoja de la papa	Gen Cry IIIA de <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> y gen de la replicasa del virus PLRV
Papa (<i>Solanum tuberosum</i>) resistente a la catarinita de la papa y al virus de la papa	Gen Cry IIIA de <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>tenebrionis</i> y gen de la cápside del virus PVY
2002	
Algodón (<i>Gossypium hirsutum</i>) resistente a insectos lepidópteros y tolerante al herbicida glifosato	Gen Cry IA(c) de <i>Bacillus thuringiensis</i> subsp. <i>kurstaki</i> HD-73 y gen CP4 EPSPS de <i>Agrobacterium</i> sp. cepa CP4

También se ha autorizado la siembra a nivel pre-comercial de algodón resistente a insectos y soja tolerante a herbicidas. Estas variedades se cultivan en el norte y el sureste del país respectivamente.

Rendimiento del algodón Bt en México.



•Biotecnología en Salud

El valor total del mercado mexicano de productos farmacéuticos es estimado en 7.500 millones de US\$. El sector privado supone un 80% de este valor total y el sector público el 20% restante. Sin embargo en términos de volumen es el sector público el más significativo, ya que los precios del mercado público pueden ser cinco veces más bajos que los del sector privado. Las empresas mexicanas tiene la mayor cuota de mercado en el sector público. Existen alrededor de 390 empresas (nacionales y multinacionales) fabricantes de productos farmacéuticos, y el 9% de ellas obtienen el 80% de las ventas totales.

La industria farmacéutica en México es una de las más desarrolladas en Latinoamérica, con una producción significativa de principios activos a gran escala y de productos terminados.

Las empresas europeas fueron las primeras en establecer industrias de producción, pero en los años 70 y comienzos de los 80 el número de empresas farmacéuticas mexicanas se incrementó como consecuencia de las políticas implementadas por el Gobierno mexicano para sustituir las importaciones.

Tradicionalmente la industria farmacéutica mexicana ha estado

determinada por la presencia de las grandes multinacionales del sector, fundamentalmente las procedentes de Estados Unidos. Las empresas mexicanas se han centrado en la producción de genéricos para los cuáles han expirado las patentes, siendo el sector público su principal cliente. Los productos innovadores se limitan prácticamente a multinacionales que transfieren la tecnología desde sus empresas matrices, siendo prácticamente inexistente las actividades de I+D+i en la industria farmacéutica tradicional.

•Biotecnología y Medio Ambiente

El enfoque de la biotecnología ambiental no es completamente nuevo. El uso de plantas para el tratamiento de aguas contaminadas con desechos orgánicos que permiten su reciclaje eficiente y sustentable, ha sido utilizado en los países desarrollados desde hace ya más de un siglo. Otro ejemplo lo constituyen las tecnologías involucradas en la producción de combustibles que fueron generadas durante los años setenta; tal es el caso del etanol producido por microorganismos a partir de los almidones del maíz, la papa o la yuca y que es utilizado exitosamente en Brasil y en Estados Unidos como aditivo de la gasolina de los automóviles.

En las últimas dos décadas, el impacto de la biotecnología ambiental en la optimización de diversos procesos industriales tradicionales, o en el desarrollo y en la generación de otros nuevos ha sido notable. Un ejemplo claro de ello es el uso de la bacteria *Thiobacillus ferrooxidans* en los procesos de extracción del cobre y oro. Esta bacteria se encuentra presente de manera natural en ciertos materiales que contienen azufre. Cuando esto ocurre, provoca la extracción de distintos metales a partir del mineral crudo. Hoy día, cerca del 25% de la producción de cobre a nivel mundial, es generado a través de esta tecnología.

Se examina el uso de biotecnologías que permitan optimizar el procesamiento del petróleo y que conjuntamente disminuyen los efectos contaminantes del mismo. Por ejemplo, la remoción biológica de azufre por bacterias o la eliminación de metales por enzimas. Así se logra un doble propósito: el producto tiene un valor añadido mayor y el proceso de obtención es más limpio y barato. Asimismo, se lleva a cabo la búsqueda y el análisis de diversos microorganismos que de manera natural o inducida sean capaces de degradar una amplia gama de compuestos contaminantes como grasas, detergentes, plásticos, petróleo crudo o sus derivados, plaguicidas, etc. con la intención de incluirlos en nuevas tecnologías de tratamiento de aguas y de suelos.

En cuanto a la deforestación, existen algunas alternativas para combatir este problema. Una de las más claras es el uso de OGMs resistentes a plagas y enfermedades, lo que conlleva a la reducción del uso de plaguicidas, menores requerimientos de nutrientes del suelo (reducción del uso de fertilizantes), que además puedan adaptarse a zonas en donde, de otra manera sería imposible su cultivo.

► **Empresas**

La mayor parte de las empresas mexicanas de biotecnología concentran su actividad en los tres sectores económicos descritos con anterioridad. Se trata en su gran mayoría de pequeñas y medianas empresas de reciente creación (menos de cuatro años), en su mayor parte con plantillas de menos

de 100 trabajadores, que presentan un fuerte componente de ingenieros y doctores en sus cuadros de producción y dirección y cuyo nacimiento se debe a la iniciativa de personal esencialmente técnico, aunque existen algunas que son filiales de otras Compañías más grandes y consolidadas, aunque caracterizadas también por el mismo perfil.

En la última década se constata la aparición de un pequeño número de laboratorios que, al margen de la actividad principal de la industria farmacéutica mexicana, dedican una parte importante de su actividad a la investigación y desarrollo de nuevos productos dirigidos a salud humana y animal, muchos de ellos de base biotecnológica, y que prestan servicios de apoyo a las grandes industrias.

Igualmente digno de mención es un grupo de empresas especialmente dinámicas e innovadoras que desarrollan su actividad en materia de medio ambiente y biorremediación y prestan servicios a las grandes empresas mineras y petroquímicas.

En el **Anexo I** se incluye un listado de las empresas mexicanas biotecnológicas, que en ningún caso se ha pretendido que sea exhaustivo.

► **Asociaciones empresariales**

No existe en México ninguna asociación que agrupe a nivel nacional a las empresas de biotecnología del país, ni tampoco a nivel regional, sectorial o por ámbito de actividad. La Sociedad Mexicana de Biotecnología y Bioingeniería agrupa a profesionales del sector y no constituye una asociación empresarial sino profesional. AgroBio México es una sociedad civil que reúne a asociaciones interesadas por la biotecnología agrícola. Son miembros fundadores *Bayer*, *DuPont*, *Monsanto*, *Dow AgroSciences*, *Syngenta* y en este sentido, podría ser el germen de una asociación empresarial del sector, aunque actualmente no puede ser considerada de este modo.

De modo general, el sistema mexicano de asociación empresarial se fundamenta en las denominadas

Cámaras de Comercio, que agrupan a empresas y empresarios por ámbito de actividad y sector económico determinado. Dentro de cada Cámara, existen niveles de representatividad a nivel regional, aunque el sistema no está estructurado de una manera sistemática rigurosa y existen Cámaras que representan a la vez intereses regionales y sectoriales parciales.

Toda la información sobre este sistema de asociación y representación puede encontrarse en la Web del Sistema de Información empresarial Mexicano (SIEM), que contiene información sobre todas y cada una de estas Cámaras empresariales y otras entidades federativas.

Web:

<http://www.siem.gob.mx/portalsiem/>

7. Los centros de investigación en Biotecnología

7.1. Centros de Investigación en Biotecnología

7.1.1. Principales centros de investigación en Biotecnología en México

- **El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN (Cinvestav)**

El Cinvestav es un organismo descentralizado de interés público, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Para la realización de sus funciones recibe un subsidio que anualmente le fija el Gobierno Federal en su Presupuesto de Gastos. Además de dicho subsidio, el Centro es apoyado con aportaciones provenientes de diversas fuentes: empresas de participación estatal o privadas, organismos descentralizados, instituciones extranjeras, del sector industrial y de particulares.

Los objetivos fundamentales que el Cinvestav persigue son: preparar investigadores y profesores especializados que promuevan la constante superación de la enseñanza y

generar las condiciones para la realización de investigaciones originales en diversas áreas científicas y tecnológicas que permitan elevar los niveles de vida e impulsar el desarrollo del país.

En la actualidad, el Centro cuenta con 28 departamentos académicos organizados en 8 Unidades: tres localizadas en la Ciudad de México y 5 localizadas en el interior de la República Mexicana.

El Cinvestav ha definido como Misión el preparar investigadores y profesores especializados que promuevan la constante superación de la enseñanza y generar las condiciones para la realización de investigaciones originales en diversas áreas científicas y tecnológicas que permitan elevar los niveles de vida e impulsar el desarrollo del país.

El Cinvestav está organizado en cuatro departamentos que se reparten las actividades de investigación.

- ☐ Ciencias Exactas y Naturales
- ☐ Ciencias Biológicas y de la Salud
- ☐ Tecnología y Ciencias de la Ingeniería
- ☐ Ciencias Sociales y Humanidades

Ciencias Biológicas y de la Salud

<u>Biología Celular</u>
<u>Recursos del Mar (Unidad Mérida)</u>
<u>Biomedicina Molecular</u>
<u>Bioquímica</u>
<u>Farmacobiología (Sede Sur)</u>
<u>Sección Externa de Farmacología</u>
<u>Fisiología, Biofísica y Neurociencias</u>
<u>Genética y Biología Molecular</u>
<u>Patología Experimental</u>
<u>Sección Externa de Toxicología</u>

Tecnología y Ciencias de la Ingeniería

<u>Sección de Bioelectrónica</u>
<u>Biotecnología y Bioingeniería</u>
<u>Biotecnología y Bioquímica (Unidad Irapuato)</u>
<u>Control Automático</u>
<u>Sección de Computación</u>
<u>Sección de Comunicaciones</u>
<u>Sección de Electrónica del Estado Sólido</u>
<u>Sección de Mecatrónica</u>
<u>Ingeniería Eléctrica, D.F.</u>
<u>Ingeniería Eléctrica, Guadalajara</u>
<u>Ingeniería Cerámica (Unidad Saltillo)</u>
<u>Ingeniería Genética (Unidad Irapuato)</u>
<u>Ingeniería Metalúrgica (Unidad Saltillo)</u>
<u>Materiales (Unidad Querétaro)</u>
<u>Sección de Proyectos de Ingeniería</u>

El Departamento de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería se encuentra a cargo de las Secciones de Biotecnología y Bioingeniería. A su vez, la Unidad Irapuato tiene a su cargo e integra la unidad de Biotecnología y Bioquímica.

La Unidad Irapuato del Cinvestav, centra su actividad en Biotecnología e Ingeniería Genética de plantas. Tiene por Misión la formación de recursos humanos de alto nivel y la realización de investigación básica y aplicada en el área de la Biología Vegetal.

La **Unidad Irapuato** ofrece los programas de Maestría y Doctorado en Ciencias con especialidad en Biología de Plantas. Ambos programas pertenecen al Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia del CONACYT.

Dicha Unidad cuenta con una sólida planta académica de 32 investigadores, todos con estudios de doctorado, los cuales desarrollan diferentes líneas de investigación en un ambiente que favorece y promueve la colaboración interdisciplinaria.

La realización de investigación básica se lleva a cabo mediante proyectos financiados tanto por organismos nacionales (CONACYT, CONCYTEG), como por agencias internacionales

(Howard Hughes Medical Institute, Fundaciones McKnight y Rockefeller, IFS y otros).

Esta Unidad se ha caracterizado desde su inicio por dar un lugar importante a las investigaciones con potencial de generar resultados aplicables a corto, mediano y largo plazo. La mayor parte se realiza a través de contratos específicos celebrados tanto con empresas del sector privado como con entidades del sector gubernamental.

La Unidad está organizada en dos departamentos que se reparten las actividades de investigación.

- **Biotecnología y Bioquímica:** cuenta con una plantilla de **14 investigadores** de los cuales 13 cuentan con grado de Doctor en Ciencias.
- **Ingeniería Genética de Plantas:** está conformado por **20 investigadores** de los cuales 19 cuentan con grado de Doctor en Ciencias.

► **Localización y Contacto**

Unidad Zacatenco, Ciudad de México

Ave. Instituto Politécnico Nacional 2508
Col San Pedro Zacatenco, 07360 México,
D.F.
Apartado postal 14-740, 07000 México,
D.F.
Teléfonos: 5061-3800

Unidad Guadalajara

Prolongación López Mateos Sur No. 590
Guadalajara, Jalisco México
Tel: (33) 3134 5570 Fax: (33) 3134
5579
Informes: nexo@gdl.cinvestav.mx

Unidad Irapuato

Kilometro 9.6 Libramiento Norte
Carretera Irapuato-León
Irapuato, Gto. México

Unidad Mérida

Carretera Antigua a Progreso Km. 6
Apartado Postal 73. C.P. 97310
Cordemex.
Tels. 81-29-60 y 81-29-31
Fax 81-29-23 y 81-29-19, Telex 753654
CIEMME

Unidad Queretaro

Unidad Querétaro del Cinvestav-IPN
Libramiento Norponiente Núm. 2000
Fraccionamiento Real de Juriquilla
C. P. 76230, Querétaro, Qro., México.
Conmutador: 01 (4) 2119900.

Unidad Saltillo

Carretera Saltillo-Monterrey, Km.13
Ramos Arizpe, Coahuila México C.P.
25900
Tel: (844) 438 96 00
Fax: (844) 438 96 00 ext.9610

Unidad Zacatenco, Ciudad de México

Ave. Instituto Politécnico Nacional 2508
Col San Pedro Zacatenco, 07360 México,
D.F.
Apartado postal 14-740, 07000 México,
D.F.
Teléfonos: 5061-3800

**Unidad Sur, Ciudad de México (DIE-
Farmacobiología)**

Calzada de los Tenorios 235 Col.
Granjas Coapa C.P. México, D.F. 14330
Teléfono: 5483-2800 Fax: 5603-3957

Unidad San Borja, Ciudad de México

San Borja N° 936 y 938, esq. Heriberto
Frías,
Col. del Valle, 03100, México, D.F.
Telefonos: 55-75-06-74, 55-59-45-70,
55-75-29-32

55-59-74-49, 55-59-85-86, 55-59-83-
01, 55-75-00-06
Fax: 55-59-32-71

● **El Instituto de Biotecnología de la
UNAM**

El Instituto de Biotecnología es una entidad universitaria perteneciente al Subsistema de la Investigación Científica (SIC) que realiza investigación de excelencia académica para el desarrollo de la biotecnología moderna, generando conocimiento en diversas áreas y disciplinas tales como la ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, fisiología, microbiología y medicina moleculares, así como las relacionadas con la biocatálisis, los bioprocesos y la biología molecular de plantas. Asimismo, participa activamente en la formación de recursos humanos especializados, principalmente a través de su programa de maestría y doctorado en Ciencias Bioquímicas. La **Misión** fundamental del Instituto es desarrollar la biotecnología moderna en la UNAM a partir de investigación de excelencia académica y de frontera y, paralelamente, la formación de recursos humanos especializados.

► **Objetivos**

- a) Realizar investigación y generar conocimiento en las áreas y disciplinas que se cultivan en el Instituto (biología molecular, biología celular, microbiología, bioquímica, ingeniería bioquímica, inmunología, biología estructural, biología del desarrollo, genómica, ecología microbiana, etcétera).
- b) Utilizar el conocimiento en biología para desarrollar tecnología biológica competitiva, de preferencia en colaboración con el sector industrial, orientada a la solución de problemas en las áreas de salud, agropecuaria, industrial y tratamiento de la contaminación ambiental.
- c) Participar en la formación de recursos humanos, preferentemente a través de su incorporación en proyectos de investigación multidisciplinarios y en colaboración con otras dependencias de la UNAM, en particular las facultades afines, y de otras universidades.

Las instalaciones del Instituto de Biotecnología están localizadas en la ciudad de Cuernavaca, a unos 65 km de la ciudad de México, en un terreno de 25 000 m² que la Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) cedió en comodato a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

Su localización ha contribuido a la formación de un polo de desarrollo científico importante y permitirá una interacción planificada con otras dependencias de la UNAM que se localizan, o lo harán en un futuro, en ese lugar.

Asimismo, el Instituto deberá contribuir a una desconcentración efectiva de la investigación y educación superior mediante la localización de grupos sólidos, con amplio futuro académico, en otras entidades federativas.

El Instituto de Biotecnología cuenta, hoy día con una planta física de alrededor de 8000 m² de laboratorios y un equipamiento de uso común con valor superior a 10 millones de dólares.

El instituto esta organizado en cinco departamentos que se reparten las actividades de investigación.

- Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis
- Departamento de Biología Molecular de Plantas
- Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular
- Departamento de Microbiología Molecular
- Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos

► Localización y Contacto

Av. Universidad 2001, Cuernavaca, Morelos, 62210, México.

Apdo. Postal 510-3 Tels: (52 777) 329 16 00, (52 55) 56 22 76 00 Fax: (52 777) 3 17 23 88.

• El Centro de Ciencias Genómicas en la Universidad Nacional de México (UNAM)

La UNAM cuenta con el primer centro destinado específicamente al estudio de las Ciencias Genómicas en México, para continuar el trabajo de docencia e investigación científica de frontera en ese campo.

- Surge de la transformación del Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno en Noviembre de 2004.
- Continuará el trabajo de docencia e investigación científica de frontera en ese campo.
- Analizará nuevos sistemas de estudio e innovación y mantendrá la formación de recursos humanos especializados.
- Contribuirá al crecimiento de esta área estratégica de la Universidad Nacional.

Con la transformación de su Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno, en el Centro de Ciencias Genómicas (CCG), la Universidad Nacional refuerza y amplía las investigaciones que ya realizaba en la materia, lo que le permite ser la única institución de educación superior del país que, hasta el momento, ha identificado el genoma de un organismo.

Sin abandonar los trabajos sobre los sistemas biológicos de fijación de nitrógeno, que son parte de las disciplinas genómicas, continuará y ampliará las siete líneas de investigación actuales: dinámica genómica, ecología molecular, y genómica computacional, evolutiva, funcional de eucariotes, funcional de procariotes e ingeniería genómica.

El cambio de denominación se debe a que desde hace algunos años los grupos de investigación del Centro expandieron sus intereses y visión científica para contribuir al desarrollo en la UNAM y del país, por lo cual siguen una estrategia en la que confluyen varias disciplinas, para conformar un nuevo paradigma científico: las ciencias genómicas.

Otro objetivo del Centro es abordar nuevas líneas de trabajo sobre modelos que resulten idóneos para resolver problemas novedosos de corte genómico. Estos campos tomarán como sistemas de estudio a bacterias, organelos de organismos superiores y plantas.

Se pretende, asimismo, en colaboración con otras instituciones, analizar algunos aspectos de genomas animales, incluido el humano.

• El Instituto Nacional de Medicina Genómica

La reciente creación del Instituto Nacional de Medicina Genómica tiene como propósito generar y aplicar el conocimiento derivado del esclarecimiento del genoma humano para mejorar la salud de los mexicanos mediante el diseño de intervenciones costo efectivas de prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación, utilizando productos de la investigación genómica; impulsar la formación de recursos humanos de alto nivel y la innovación tecnológica y difundir el conocimiento sobre cuestiones relacionadas con la medicina genómica.

En el INMEGEN se llevarán a cabo actividades de investigación en salud y docencia relacionadas con investigación básica y clínica en la especialidad, así como de divulgación del conocimiento; por otra parte, se impulsará la vinculación horizontal con instituciones nacionales e internacionales en el campo de la medicina genómica y disciplinas afines. De esta manera, se buscará la realización de proyectos conjuntos de investigación, el intercambio de profesores visitantes y la formación de recursos humanos especializados.

De igual manera, fomentará la realización de proyectos de desarrollo de tecnología especializada y el desarrollo y asimilación de tecnología relacionada, protocolos de innovación tecnológica en cuanto a la elaboración de medios diagnósticos, farmacogenómica y terapia génica con participación del sector productivo.

En materia de investigación en salud, se realizarán estudios genómicos poblacionales, el desarrollo de tecnologías de análisis y diagnóstico a

gran escala, el desarrollo de protocolos clínicos para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades comunes, el desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico y de nuevos fármacos, la identificación de mecanismos moleculares que confieren riesgos para enfermedades comunes como diabetes *mellitus*, asma, hipertensión arterial y muchas otras.

Con el establecimiento del INMEGEN será posible disminuir el costo de la salud pública, dado que los costos de prevención de las enfermedades más frecuentes son menores que los costos de tratamiento crónico, rehabilitación y de las bajas en la fuerza productiva del país. Esto permitirá la incorporación de nuevas intervenciones costo-efectivas en la cada vez más amplia cobertura de servicios, lo que facilitará la protección financiera de los usuarios de los servicios de salud.

Una de sus particularidades, será el desarrollo de proyectos de investigación con impacto directo en la atención del cuidado de la salud. Esta característica permitirá que el Instituto logre una posición única en el contexto de las instituciones de salud en México, haciendo posible un flujo dinámico y permanente de conocimiento y formación de recursos humanos en el área de la Medicina Genómica.

En materia de investigación en salud, se realizarán estudios genómicos poblacionales, el desarrollo de tecnologías de análisis y diagnóstico a gran escala, el desarrollo de protocolos clínicos para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades comunes, el desarrollo de nuevas herramientas de diagnóstico y de nuevos fármacos, la identificación de mecanismos moleculares que confieren riesgos para enfermedades comunes como diabetes *mellitus*, asma, hipertensión arterial y otras.

► Dirección y Contacto

Periférico Sur 4124, Torre Zafiro II,
5º y 6º. piso,
Col. Jardines del Pedregal, México,
D.F. 01900
Tel. 5350-1900 Fax 5350-1950
Web: <http://www.inmegen.org.mx/>
E-mail: smarch@inmegen.org.mx

7.1.2. Otros centros de investigación

Aparte de los existentes y ya mencionados, el documento "Biotecnología moderna para el desarrollo de México en el siglo XXI; retos y oportunidades", publicado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en 2003, se presenta la propuesta de números centros y redes de investigación en Biotecnología, muchos de los cuales están todavía en proceso de creación.

CENTROS DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

- Centro nacional de investigación en biotecnología (inifap-celaya)
- Red mexicana de biotecnología agrícola (remba)
- Nuevas unidades de biotecnología
- Centro nacional de biotecnología agroecológica (cenbae)
- Centro de diagnóstico genético (transgenes) y sanitario vegetal
- Red mexicana de biocontrol (rembio)
- Red nacional de colecciones y bancos de materiales biológicos (rncybmb)

CENTROS DE BIOTECNOLOGIA AMBIENTAL

- Red de aplicaciones biotecnológicas al tratamiento de la contaminación
- Centro de biotecnología ambiental y ecología molecular
- Centro fronterizo de biotecnología

CENTROS DE BIOTECNOLOGIA EN SALUD

- Centro de biotecnología médica y farmacéutica
- Instituto nacional de medicina genómica-inmegén
- Nuevos institutos de la universidad autónoma de Nuevo León
- Centro virtual de investigación, desarrollo y evaluación de vacunas

- Centro interdisciplinario para el estudio de enfermedades emergentes y re-emergentes
- Normoteca para el establecimiento y operación de laboratorios de investigación biomédica

BIOTECNOLOGIA PECUARIA

- Centro de biotecnología genómica (ipn-reynosa)

BIOTECNOLOGÍA MARINA

- Centro de biotecnología marina

VARIOS

- Red/asociación civil de plantas piloto para bioprocesos
- Centro nacional de vinculación
- Laboratorio de alta tecnología genómica

7.2. Grupos de Investigación y Científicos destacados

Agradecemos al **Dr. Miguel A. Gómez Lim**, investigador del Cinvestav la valiosa información suministrada, que ha servido de base para la elaboración de este epígrafe.

Desde los años ochenta, México ha desarrollado una destacada red de investigación en biotecnología. Aproximadamente el 60% de las organizaciones públicas y académicas involucradas se establecieron a partir de 1985.

La calidad científica de los distintos institutos de investigación es reconocida a nivel nacional e internacional. El Instituto de Biotecnología de la UNAM (IBT) y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV) son algunos ejemplos de los centros de investigación que realizan trabajos de primer nivel.

DEPENDE DE	NÚM. DE ENTIDADES	ENTIDADES	NÚM. DE INVESTIGADORES
SAGARPA	4	CP, INIFAP, U.A.A.N. y U.A. Chapingo	72
SEP	4	Institutos Tecnológicos Agropecuarios	21
	6	Institutos Tecnológicos	
	1	Instituto Tecnológico Forestal	
	3	Centros de Investigación (CINVESTAV)	87
CONACYT	9	Unidades (6 Centros, 1 Colegio y 2 Institutos)	79
SSA	11	Unidades (8 Institutos Nacionales, 1Dir., 2 Hosp.)	44
IMSS	2	Centros de Investigaciones Biomédicas (Occidente y Sur)	30
	2	Centros Médicos Nacionales (La Raza y Siglo XXI)	
SENER	1	Instituto Mexicano del Petróleo	11
	1	Instituto de Investigaciones Nucleares	2
SEMARNAT	1	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, CNA	1
SEDENA	1	Universidad del Ejército y Fuerza Aérea	2
UAM	2	Planteles Iztapalapa y Xochimilco	26
UANL	6	Facultades	27
U. de G.2	3	Centros Universitarios	18
UNAM2	1	Centros de Investigación	184
	7	Facultades	
	9	Institutos de Investigación	
Otras Universidades	23	Universidad Autónomas y Estatales	99
IPN	5	Centros	49
	1	Escuela Nacional	
	1	Unidad Profesional	
Centro Internacional	1	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT)	1
Centro Público/Instituto Tecnológico			
Autónomo	2	Centro de Ciencias de Sinaloa e Instituto Tecnológico de Sonora	0
Instituciones Privadas	3	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Fundación Universidad de las Américas Puebla, y Fundación Clínica Médica Sur	9
TOTAL	109	ENTIDADES	762

Tabla 1. Entidades e investigadores en el campo de la biotecnología

Nivel de Participación de las Entidades en Biotecnología	Porcentaje	Núm. De Investigadores en el s.n.i. (2001)	Porcentaje de Investigadores
21 Entidades de primer nivel	19,3%	461	60,7%
16 Entidades de nivel intermedio	14,7%	116	15,3%
72 Entidades de tercer nivel	66,0%	185	24,0%
109 TOTAL	100,0%	762	100,0%

Tabla 2. Número de entidades de acuerdo con su grado de consolidación y número de investigadores

No obstante las cifras anteriores, los estudios e investigaciones en genómica y proteómica en México aún son bastante incipientes.

Los grupos de investigación del IBT centran su actividad en diferentes áreas: Microbiología (**Dr. Edmundo Calva**, **Dr. Lourival Osan**) Fermentaciones (**Dr. Enrique Gaildo** y **Dr. Tonatiuh Ramírez**) y Genómica de Plantas (**Dr. Federico Sánchez**). El Grupo del **Dr. Francisco G. Bolívar Zapata** trabaja actualmente en la caracterización de las vías metabólicas centrales de *E. coli*.

En el caso de plantas, se centran en investigación básica, análisis de diferentes genes en plantas transgénicas de Arabidopsis, Tabaco y Lotus. Se trabaja también en genes de sequí en frijol.

En genómica de plantas, el Cinvestav lleva la delantera en México. En sus instalaciones se cuenta con equipo puntero para secuenciar cerca de 2,000,000 de pares de bases al día. El Cinvestav trabaja en aspectos aplicados de la genómica de plantas, enfocados a resistencia a virus, hongos y bacterias.

Existe un proyecto de genómica en maíz consistente en secuenciar ESTs de diferentes órganos de la planta encabezado por el **Dr. Luis Herrera Estrella**. Su hermano, el **Dr. Alfredo Herrera**, está realizando un proyecto similar en la secuenciación ESTs de *Trichoderma harzianum*.

El **Dr. Miguel A. Gómez Lim** encabeza el proyecto de secuenciación de frutos tropicales, plátano, mango y melón. El grupo trabaja además en "molecular

farming", la producción de compuestos farmacéuticos en plantas transgénicas.

Se espera que este año empiece la construcción de un Centro de Genómica Vegetal anexo a las instalaciones del Cinvestav en Irapuato. Se piensa invertir mucho dinero en equipo de secuenciación y se planea secuenciar el genoma completo del chile para 2006 ó 2007.

El Instituto Nacional de Medicina Genómica fue creado apenas el año pasado y aún no ha terminado su puesta en marcha. Su creación estuvo rodeada de una gran controversia porque ya existía el Centro de Ciencias Genómicas en la Universidad Nacional de México (UNAM) y muchos fueron los que pensaron que era absurdo crear un centro nuevo en vez de apoyar el que ya existía. Este centro de la UNAM fue creado también en fecha reciente por las autoridades de la Universidad para llenar un vacío existente en esta área (el proyecto, muy ambicioso, creó además la Licenciatura en Ciencias Genómicas). En este centro el líder en genómica microbiana es el **Dr. Julio Collado**, quién empezó desde hace tiempo un interesante proyecto para la secuenciación de *Rhizobium etli*, una bacteria fijadora de nitrógeno. Se realiza también un proyecto grande para secuenciar ESTs de diferentes órganos de frijol encabezado por la **Dra. Georgina Hernández** y el **Dr. Miguel Lara**.

El **Anexo II** recoge de manera sistemática un completo listado de todos los grupos de investigación y científicos responsables de los proyectos pertenecientes a los principales centros de investigación en biotecnología de México.

8. Conclusiones

Al igual que sucede en otros países en vías de desarrollo, México mira la biotecnología con esperanza y recelo a la vez.

Por una parte, y como ya ha sido puesto de manifiesto en la Introducción, la biotecnología puede dar respuesta a medio y largo plazo a buena parte de los graves problemas agrícolas y ambientales que frenan el desarrollo del país, como el empobrecimiento crónico de las poblaciones rurales campesinas y la desertización paulatina de grandes áreas deforestadas.

Por otra parte, su característica de país "megadiverso" en cuanto a la riqueza y variedad de sus recursos biológicos le hace especialmente vulnerable en cuanto al posible impacto que la introducción de estas nuevas tecnologías pudiera tener. Esta debilidad ha sido convenientemente explotada por organizaciones ecologistas de defensa del medio ambiente y asociaciones campesinas indígenas que en los últimos tiempos, han convertido la biotecnología en campo de batalla y apoyándose en la supuesta amenaza que representa para la biodiversidad e independencia económica del campesinado más pobre frente a las multinacionales agrarias, han lanzado en los últimos años una extensa campaña mediática (similar a la que vivimos en los países europeos) que aunque carente de fundamento científico, ha contribuido en buena medida a poner en contra de la biotecnología a un amplio sector de la opinión pública y a ralentizar el apoyo de la autoridades gubernamentales a la investigación y al desarrollo del sector. A esta mala imagen ha contribuido también la animadversión de gran parte de la población hacia su poderoso vecino del Norte y las multinacionales, que personifican la Biotecnología como algo no deseable.

Todo ello, ha contribuido a crear una situación paradójica: hace veinte años, México partía de una posición privilegiada en la carrera biotecnológica; no sólo en genómica de plantas, gracias a la investigación de destacados científicos cuyo trabajo pionero se ha puesto de manifiesto a lo largo de este estudio, sino también en biofarmacia y otras áreas de relevancia. Estas investigaciones no se limitaron al ámbito puramente académico,

sino que contribuyeron al nacimiento de numerosas empresas de base biotecnológica, no sólo en México, también en EEUU y otros países. No obstante, es casi unánime la opinión de la comunidad científica mexicana de que en estos veinte años se ha producido un notable retroceso en el apoyo a la investigación y a la actividad científica en general, panorama que no parece haber cambiado a pesar de la elaboración del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología 2001-06. Aunque la excelencia técnica de la comunidad científica mexicana está fuera de toda duda y reconocida a nivel nacional e internacional, esta situación se ha traducido en un descenso de la cantidad y calidad de los proyectos de investigación, de las patentes presentadas y del número de empresas, no solo biotecnológicas sino NBTs en general en los últimos años. A esto último ha contribuido también y de modo paralelo, la falta de apoyo institucional a las PYMES mexicanas a favor de las grandes multinacionales.

Como ponen de manifiesto numerosos autores, alguna de cuyas opiniones ha sido recogida a lo largo del informe, en la práctica se da una fractura entre las posiciones programáticas de apoyo a la Ciencia por parte de las autoridades, que en la mayoría de los casos no pasa de ser un *desideratum*, y la realidad mexicana, en ciencia y tecnología, en el campo empresarial y en comercio exterior, que pasa por un decidido apoyo a la gran industria maquiladora, motor del país. Destacamos así, una vez más, como causas de la ausencia de un sector tecnológico fuerte, la ausencia de un sistema eficaz de transferencia de tecnología, la falta de interés por la innovación y la escasez de inversión en I+D+i de las empresas, factores que a su vez están condicionando la aparición de empresas mexicanas de base biotecnológica.

Hace falta pues, romper este círculo vicioso por medio de una decidida política de ayuda a la investigación en Biotecnología y de apoyo al sector empresarial, mediante la creación de los mecanismos necesarios, que deberían pasar por la creación de instituciones oficiales *ad hoc* de apoyo a la biotecnología y la iniciativa empresarial e instrumentos financieros específicos para

la creación de nuevas empresas de base biotecnológica *spin-offs* y *start ups*, que faciliten también la inversión nacional y extranjera para que México, a pesar de su enorme potencial humano y económico a

medio y largo plazo, no pierda "el tren de la biotecnología", expresión esta última por desgracia cada vez más en boca en otros países, no sólo del entorno iberoamericano, sino también europeos.

9. Anexos:

Anexo I: Empresas Mexicanas de Biotecnología

A continuación se relacionan las principales empresas Mexicanas relacionadas con el Sector Biotecnológico, haciendo en aquellos sectores productivos en los que la Biotecnología presenta mayor relevancia o está más introducida. En este sentido es necesario realizar las siguientes precisiones:

- Aparecen recogidas aquellas empresas que se definen como productoras o usuarias de biotecnología. Esto significa que hay empresas que por diversos motivos (fundamentalmente comerciales relacionados con la opinión pública) prefieren no definirse como biotecnológicas y por tanto no han podido ser incluidas y por el contrario, existen empresas que aún definiendo su actividad como biotecnológica, en realidad no son tales o al menos no directamente.
- Se ha intentado un clasificación por sectores productivos (los más relevantes, como ante se ha apuntado). Sin embargo, lógicamente, hay empresas cuya actividad excede un solo sector, abarcando sus productos o servicios varios sectores económicos. En este caso, se las sitúa en aquel que a nuestro juicio, tiene mayor relevancia o centra su actividad.
- Se ha comprobado la actividad y los datos de todas aquellas empresas que ofrecen contacto *on-line* (página Web o e-mail). No es posible contrastar la información de aquellas empresas no ofrecen contacto Web. No obstante se ha preferido mantener dicha información, antes que no incluirla en este estudio.

Agradecemos a **Dña. Mayra de la Torre Martínez**, investigadora del **CINVESTAV**, la información proporcionada sobre la situación de las empresas biotecnológicas mexicanas.

► EMPRESAS PRODUCTORAS O USUARIAS DE BIOTECNOLOGÍA

SECTOR AGRÍCOLA

❖ AGROBIOLÓGICOS DEL NOROESTE, S. A. DE C. V. (AGROBIONSA)

Actividad: Produce y comercializa hongos entomopatógenos y bioplaguicidas a base de *Bacillus thuringiensis*, aplicados a diversos cultivos. Insecticidas a base de hongos entomopatógenos para el control de plagas.

Oficina: Río Mocorito No. 575 Poniente
Col. Guadalupe
80220 Culiacán, Sinaloa México
Teléfono/Fax: (91 67) 13-17-39
Email: agrobion@docs.ccs.net.mx

Planta: Carr. Internacional Culiacán-Nogales, km. 12
Culiacán Sinaloa. México
Teléfono/fax: (91 67) 51-08-33 / 13-17-39 / 51-58-77

❖ AGROMOD

Actividad: Propagación de plantas por cultivo de tejidos. Venta de plantas micropropagadas, ex agar o en cepellón y plantas a partir de semilla en cepellón de banano, cordilínea, cebolla, piña, papaya y tabaco.

Oficina: Central Ote S/N Local 6
Plaza Central Kamico
CP 30700 Tapachula, Chiapas. México
Teléfono: 9-6255994 / 6255597
Fax: 9-6255412
Email: lcnavarr@acnet.net

❖ **BIOGENÉTICA MEXICANA, S. A. DE C. V.**

Actividad: Realiza micropropagación vegetal y produce especies ornamentales y forestales. Hortalizas injertadas.

Oficina: González Cosío 22-401
Col. del Valle
03100 México, D.F.
Teléfono: 687-19-07
Fax: 687-17-21
Email: biomex@df1.telmex.net.mx

Planta: km. 134.5 Carr. Fed. No. 15 México-Morelia.
Parque Florícola - Jariepo, Michoacán. México
Apartado Postal 043
Ciudad Hidalgo, Michoacán
Teléfono: (91 715) 408-63

❖ **BIOTEC LATINOAMERICANA S.A. DE C.V.**

Actividad: Desarrolla, produce y comercializa edulcorantes naturales. Participa en la identificación de bioprocesos con aplicación agroindustrial y en el establecimiento de joint ventures en América Latina como apoyo a sus actividades de producción y diversificación de mercados.

Oficina: Lincon No. 1917
Col. Guerrero
C.P. 88000 Nuevo Laredo, Tamaulipas, México
Teléfono/Fax:(303)334-19-84 / 853-09-72.
E-mail: cpuent@lamar.colostate.edu / olaterza@lamar.colostate.edu

Planta: 8863 Colorado Blvd. J 303
Thorton Colorado, E.U.A.

❖ **BIOTECNIC S.A. DE C.V.**

Actividad: Produce y comercializa bioplaguicidas con *Bacillus thuringiensis*

Oficina: Montiel 233
Col Linda Vista
México D.F.
Tel: 577-8497 y 781-3337

Planta: Montiel 233
Col Linda Vista
México D.F.
Tel: 577-8497 / 781-3337

❖ **BIOTECNO S.A.**

Actividad: Diseño, implementación y ejecución del manejo integrado de cultivos agrícolas, frutícolas y pecuarios. Distribución de insumos orgánicos para la agricultura

Oficina: Blvd. Juan Pablo II No. 6903
Col. Aeropuerto
C.P. 31390, Chihuahua, Chih. México
Email: biotecno@elsitio.com / fcogtzip@prodigy.net.mx

❖ **BIOTEKSA, S.A. de C.V.**

Actividad: Químicos Agropecuarios.
Abraham González No. 1414 Col. Centro
33981 Jiménez, Chih.
México
<http://www.bioteksa.com>
Tel: (+629) 542-5101, Lada SC (+01-800) 466-6827
Fax: (+629) 542-5101

❖ **BUCKMAN LABORATORIES**

Actividad: Formula, fabrica y desarrolla productos para el uso en agricultura y otras industrias como pulpa y papel, tratamiento de aguas y cuero.

Oficina: Carretera Federal a Cuautla Km 13.5
Col. Progreso
CP 62550 Jiutepec, Morelos. México
Teléfono: 73-213131-37
Fax: 73-213131 7 207883
Email: a_pinto@buckman.com

❖ **GRUPO AGRICOLA "JOEL", S.P.R. DE R.L. DE C.V. José Eliazondo Eliazondo, CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA "JOEL"**

Actividad: Produce y comercializa semilla de papa, y papas comerciales.

Oficina: Calle C.E. Block 13, Bodega 19
Central de Abastos
Chihuahua, Chihuahua. México
Teléfono:(14) 20-05-11 / 20-05-71
Fax: (14) 20-06-31

Planta: km. 142 Carr. Cuahutémoc-Guerrero
La Junta, Chihuahua. México
Teléfono: (14) 28-71-35
Fax: (14) 28-71-35

❖ **CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA SABRITAS, S. A. DE C. V.**

Actividad: Líder en la producción de semilla de papa para producción de botanas en México.

Oficina: Norte 45 No. 740
Col. Vallejo
C.P. 02300 México D.F.
Teléfono: (713) 203-49, 200-70
Fax: (713) 203-48
E-mail: maeugenia.merino@intl.fritolay.com

Planta: km. 14.5 Carr. Toluca - Tenango del Valle
Parque Industrial San Antonio la Isla
Toluca, Estado de México.
Teléfono: (713) 203-49 / 200-70
Fax: (713) 203-48

❖ **CENTRO INTERNACIONAL DE INVESTIGACION Y CAPACITACION AGROPECUARIA, A.C. CIICA**

Actividad: Centro de investigación cuyo objetivo es desarrollar tecnologías aplicadas a los cultivos agrícolas para la optimización de los rendimientos y de su calidad, a costos rentables y con sistemas de producción respetuosos del entorno ecológico. Ofrece servicios de análisis químicos de suelo, agua y planta; diagnóstico fitosanitarios; asesoría para la producción agrícola. Produce y vende organismos benéficos y plantas micropropagadas.

Oficina: Prolongación Central Ote s/n
Plaza comercila Kamico, Local 4
CP 30 700, Tapachula, Chiapas. Mexico
Teléfono: 9-6252150 / 6264558 / 6267936
Fax: 9-6251185 / 6251065
Email: biotecotapachula@podernet.com.mx

❖ **CHAMPIÑONES CAMARGO, S. A. DE C. V.**

Actividad: Produce y comercializa champiñón fresco y enlatado.

Oficina: Carr. Panamericana km. 67.5, salida sur
C.P.33700 Cd. Camargo Chihuahua. México
Teléfono: (146) 255-16 / 240-22
Fax: (146) 241-42

Planta: Rancho Honorata s/n
Apdo. Postal 16
33700 Cd. Camargo, Chihuahua. México
Teléfono: (146) 255-16 / 240-22
Fax: (146) 241-42

❖ **EMPRESAS LA MODERNA, DIVISIÓN DE AGROBIOTECNOLOGÍA.**

Actividad: Líder mundial en semillas de hortalizas, desarrolla materiales transgénicos en hortalizas y frutales.

Oficina: Río Caura 358 Oriente
Col. Del Valle
C.P. 66220, Garza García, N.L. México
Teléfono: (8) 399 0800
Fax: (8) 399 0812
E-mail: ampalacios@elm.com.mx

❖ **EVERGREEN INVERNADERO**

Actividad: Produce plantas de ornato y hortalizas en invernadero.

Oficina: Bosque del Rey 1850
Fraccionamiento Sicomoros
Chihuahua, Chihuahua. México
Teléfono: 14-135928 / 147091

❖ **FERTILIZANTES ORGÁNICOS LOMHUS, S. DE R.L.M.I.**

Actividad: Agroindustrial

Oficina: Missouri No. 4332
Col. Quintas del Sol.
Chihuahua Chihuahua. México
Teléfono: 18-02-50 y 14-48-25

Planta: Rancho los Cardenales
Saucillo Chihuahua. México
Teléfono:(14) 72-19-99

❖ **GEN AGROCULTIVOS**

Actividad: Propagación in vitro de Agave tequilana weber, Solanum tuberosum y floricultura.

Oficina: Av. Revolución 115
Col. Centro CP 47750
Atotonilco el alto Jalisco
Teléfono: 391-71531 / 71631
Fax: 391-71101
Email: liliangonzalezm@yahoo.com / alfoncer@jall.telmex.net.mx

❖ **GRUPO BIOQUÍMICO MEXICANO S.A. DE C.V. (GBM)**

Actividad: Investiga, desarrolla, produce y comercializa especialidades biotecnológicas agropecuarias, respetando la armonía del entorno.

Oficina: Blvd. Dr. Jesús Valdez Sánchez No. 2369
25290 Saltillo, Coahuila. México
Teléfono: (84) 15-21-78
Fax: (84) 16-17-79
E-mail: epadillaf@infosel.net.mx

Planta: Carr. Saltillo-Monterrey km. 17
Ramos Arizpe, Coahuila. México
Teléfono:(84) 15-21-31 / 15-21-06 / 15-08-84
Fax: (84) 16-17-79

❖ **GRUPO BIOTECNOLÓGICO MARSÁN, S. A. DE C. V.**

Actividad: Cultivo de tejidos de papa. Productora de complementos alimenticios humanos.

Oficina: Camino Real al Ajusco No. 82, casa 16
Ampliación Tepepan
16029 México, D.F.
Teléfono: 539-96-02
Fax: 609-12-59

❖ **INVERNAMEX, S. A. DE C. V.**

Actividad: Realiza mejoramiento genético y propagación vegetal mediante cultivo de tejidos.

Oficina: Av. San Mateo s/n.
San Mateo Xóloc
C.P.54600 Tepetzotlán, Edo. de México

Teléfono: (525) 876-06-67, 876-24-40
Fax: (525) 876-24-41
E-mail: invernmx@mail.internet.com.mx

Planta: Calle de los Manzanos s/n. San José Huilango
54710 Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

❖ **KOPPERT MÉXICO S.A. DE C.V**

Actividad: Líder en la producción de insectos y agentes biológicos para el control de plagas.

Oficina: Andrómeda No. 47, 1er piso
Col. Prado Churubusco
04320 México D.F.
Teléfono:(5) 539 9888
Fax : (5) 532 5900
E-mail: koppert@mexred.net.mx

❖ **LABORATORIOS AGROENZYMAS, S. A. DE C. V.**

Actividad: Productora y comercializadora de fitorreguladores complejos del desarrollo vegetal.

Oficina: Vía Gustavo Baz No. 176, Local 3
Col. San Jerónimo Tepetlcalco
54090 Tlanepantla, Edo. de México
E-mail: lasatlax@apizaco.podernet.com.mex , iasamoch@kin.cyborg.com.mx

Planta: Av. Eje 3 Norte No. 329, 2a. Sección.
Ciudad Industrial Xicoténcatl. México
C.P. 90431 Tetla, Tlaxcala.
Teléfono y fax: (241) 271-07, 272-63

❖ **LABORATORIOS BIOQUIMEX, S. A. DE C. V.**

Actividad: Líder en la producción y comercialización de pigmentos naturales y de aditivos alimentarios.

Oficina: Carr. Campo Militar km. 0.950
Col. San Antonio de la Punta
76135 Querétaro, Qro. México
Teléfono: (42) 16-43-05, 16-56-76/ 83, 16-59-77
Fax: (42) 16-56-76, 16-56-83/ 16-86-56

❖ **MALTOS Y ASOCIADOS, S. A. DE C. V.**

Actividad: Produce y comercializa pigmentos naturales y alimentos orgánicos.

Oficina: Socorro Rivera y calle 5º s/n
C.P. 31900 Gómez Farías, Chihuahua. México
Teléfono: (155) 200-44
Fax: (155) 200-23
E-mail: jibave@uachih.uachnet.mx

Planta: San José Babicora
C.P. 31900 Gómez Farías, Chihuahua. México
Teléfono: (155) 200-44
Fax: (155) 200-23

❖ **PRODUCTOS ECOLÓGICOS S.A. ("LAPRE")**

Actividad: Fabricante de pesticidas biológicos.

Oficina: 20 Calle 5-42 zona 10
01010 Guatemala, Guatemala, C.A. México
Teléfono: (502) 333-57-09, 368-14-52, 368-23-92
Fax: (502) 337-16-09
-36 Calle 7-28 Zona 8
01008 Guatemala, Guatemala, C.A. México
Teléfono: (502) 440-05-03, 440-06-52
Fax: (502) 471-06-08

Planta: 36 Calle 7-28 Zona 8
01008 Guatemala, Guatemala, C.A. México
Teléfono: (502) 440-05-03, 440-06-52
Fax: (502) 471-06-08

❖ **PRODUCTOS QUÍMICOS DE CHIHUAHUA, S. A. DE C. V. (PROQUISA)**

Actividad: Desarrolla, produce y comercializa biorreguladores, biofertilizantes, acondicionadores orgánicos de suelo, y productos dirigidos a la protección fitosanitaria.

Oficina: 18 de marzo No. 2503
Col. Centro
31000 Chihuahua, Chihuahua. México
Teléfono: (14) 16-13-23, 16-26-30
Fax: (14) 15-47-70
E-mail: proquisa@infosel.net.mx

Planta: Perif. V. Lombardo Toledano No. 6615
Col. Concordia
31380 Chihuahua, Chihuahua. México
Teléfono: (14) 36-01-38
Fax: (14) 36-03-85

❖ **QUÍMICA AGRÍCOLA DEL NOROESTE, S. A. DE C. V**

Actividad: Especialista en la producción de agroquímicos y fertilizantes

Oficina: Guerrero No. 975 y Once
Col. Centro
31500 Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. México
Teléfono: (158) 212-33
Fax: (158) 201-49

Planta: Almacén Principal km. 5, Carr. Cuauhtémoc
Col. Alvaro Obregón
31500 Cd. Cuauhtémoc, Chihuahua. México
Teléfono: (158) 117-22
Fax: (158) 118-75

❖ **QUÍMICA FOLIAR S.A. DE C.V.**

Actividad: Produce y comercializa fertilizantes foliares y fertilizantes de suelo de liberación controlada, además de ácidos fúlvicos.

Oficina: Av. Urbina No. 4.
Parque Industrial
53489 Naucalpan de Juárez, Edo. de México
Teléfono: 300-35-71
Fax: 301-08-63

❖ **QUÍMICA INTERNACIONAL APLICADA S.A. DE C.V (QUIMIA)**

Actividad: Semillas y productos agropecuarios.

Oficina: Blvd. Justicia Social 181 Pte., Fracc. Las Fuentes C.P. 81223
Los Mochis, Sinaloa, México
Tel. (01 668) 812 90 65
Fax. (01 668) 812 61 31
Web: <http://www.quimia.com.mx/>
E-mail: informatica@quimia.com.mx

❖ **MASECA. S.A. de C.V. (GRUPO INDUSTRIAL GRUMA)**

Actividad: Empresa líder en la producción de harina de maíz a nivel mundial. Actualmente GRUMA tiene operaciones en Estados Unidos, Europa, México, Centroamérica y Venezuela.

Oficina: Grupo Industrial Maseca, S.A. de C.V.
Ave. La Clinica 2520 Edificio Delta 1er PISO, Sertoma 64710
Monterrey , NL
Teléfono: (81) 8399-3300
Fax: (81) 8399-3359
Web: www.gruma.com

GANADERO Y ANIMAL

❖ **ABS MÉXICO S.A. DE C.V.**

Actividad: Líder nacional en genética bovina; produce y comercializa semen bovino congelado para inseminación artificial.

Oficina: Kansas No. 2028
Col. Quintas Campestre
C.P. 31238 Chihuahua, Chihuahua. México D.F
Teléfono.: (14)10-88-46
Fax: (14)15-07-43
E-mail: absmex@buzon.online.com.mx

❖ **BIO-ZOO, S. A. DE C. V.**

Actividad: Produce y distribuye productos biológicos veterinarios.

Oficina: Carr. a Sta. Ana Tepetitlán No. 2200
Apdo. Postal 51-150. Col. Las Aguilas
45080 Guadalajara, Jalisco. México.
Teléfono: (3) 684-00-07; 684-01-35
Fax: (3) 684-39-68
Email: biozoo@mail.udg.mx

❖ **GRUPO FERNÁNDEZ**

Actividad: Producción y comercialización de pollo, huevo y ganado mayor y alimentos balanceados.

Oficina: Av. Reforma N° 2405
Col. Jardines del Santurio,
CP 31289-Chihuahua, Chihuahua. México

SECTOR SALUD

❖ DCL, S.A. de C.V.

Actividad: Fabricación de Productos Médicos.
Arizona No. 16 Col. Nápoles
03810 México, D.F.
México
<http://www.dclmexico.com>
Tel: (+55) 5687-6804
Fax: (+55) 5523-4222

❖ LABORATORIOS PISA, S. A. DE C. V.

Actividad: Dedicada a la producción y distribución de productos para la salud humana y animal.

Oficina: En Jalisco: Av. España No. 1840
Col. Moderna
44190 Guadalajara, Jalisco, México
- En DF.: Paseo de la Reforma No. 295. Piso 13
Teléfono: (913) 610-41-80 al 85, 812-40-45, 678-16-00
Fax: (913) 810-16-09
E-mail: pisa@infosel.net.mx

Planta: Calle 7 No. 1308 (Zona Industrial)
44940 Guadalajara, Jalisco
Teléfono: (3) 610-29-50 y 678-16-00
Fax: (3) 812-92-21 y 678-16-84

❖ LEMERY, S. A. DE C. V.

Actividad: Produce y comercializa productos farmacéuticos (medicamentos).

Oficina: Mártires de Río Blanco No. 54
Col. Huichapan, Xochimilco
16030 México, D.F.
Teléfono: 641-12-14, 676-59-11
Fax: 676-09-28
E-mail: lemerytony@compuserve.com.mx

❖ INSTITUTO BIOCLON

Actividad: Fabricación de faboterápicos e inmunoestimulantes

Oficina: Calzada de Tlalpan 4687
Col Torriello Guerra
CP 14050 México D.F
Teléfono: 56654111/5665 4177
Fax: 56666 1036
Email: bioclon@data.net.mx

❖ INVESTIGACIÓN APLICADA, S. A. DE C. V. (IASA)

Actividad: Inmunoglobulinas específicas contra diversos microorganismos causantes de problemas de salud en animales y el hombre. Vacunas y bacterinas veterinarias.

Oficina: 7 Norte No. 416
Col. Centro 75700 Tehuacán, Puebla, México
Teléfono: (238) 300-00, 301-13, 304-12
Fax: (238) 309-40, 302-14
E-mail: gpoidisa@acnet.net

❖ **MEXAMA, S. A. DE C. V.**

Actividad: Empresa biotecnológica líder en la elaboración, explotación y venta de diversos productos químicos.

Oficina: Calle 37 Este No. 95
Col. CIVAC
Apartado Postal 169
62500 Jiutepec, Morelos. México
Teléfono: (73) 19-1455, 19-2433
Fax. (73) 19-1395

❖ **PRODUCTORA NACIONAL DE BIOLÓGICOS VETERINARIOS (PRONABIVE)**

Actividad: Elaboración de biológicos: vacunas de origen viral y bacteriano, reactivos de diagnóstico y químico farmacéutico en apoyo a campañas zoonosanitarias por la secretaria de agricultura ganadería y desarrollo rural.

Oficina: Zaragoza 75
Col. Lomas Altas
CP 11950 México D.F
Teléfono: 5570 1777 ext. 145 y 150
Fax: 5559 8187
Email: bojorquez@sagar.gob.mx

❖ **SCHERING MEXICANA, S.A. DE C.V.**

Actividad: Desarrollo de nuevos productos farmacéuticos, enfocados en soluciones innovadoras, utilizando ingeniería genética así como biotecnológica, en el Sector Salud.

Calz. México-Xochimilco No. 5019 Col. San Lorenzo Huipulco
14370 México, D.F.
México
<http://www.schering.com.mx>
Tel: (+55) 5627-7000
Fax: (+55) 5671-7053

❖ **VETOQUINOL MEXICO**

Actividad: Comercialización y producción de farmacéuticos veterinarios, antiinflamatorios, antibióticos, cicatrizantes, desarrolladores musculares, tonificantes, minerales inyectables y hormonas.

Oficina: López cotilla 744
Col. del Valle
CP 03100 México D.F
Teléfono: 5543 24 56 5669 2517
Fax: 5669 2529
Email: jorozcovetomex@infosel.net.mx

SECTOR MEDIO AMBIENTE

❖ ALLWASTE, SERVICIOS INDUSTRIALES DE CONTROL ECOLÓGICO, SA. DE CV.

Actividad: Provee servicios especializados para el tratamiento de residuos peligrosos.

Oficina: Seneca No. 65
Col Polanco
11560 México, D.F.
Teléfono: 280-24-83, 280-24-88
Fax: 281-49-19

Planta: Ranchería Oriente, Primera Sección s/n
Colonia Ranchería Oriente
Comalcalco, Tabasco, México
Teléfono (93) 342-729
Fax: (93) 342-729

❖ ECCACIV

Actividad: Tratamiento de aguas residuales de origen industrial y municipal

Oficina: Carretera Jiutepec-Zapata Km 3.5
Col Miguel Hidalgo
CP 62550 Jiutepec, Morelos. México
Teléfono: 73-204374/ 200193
Fax: 73-204374
Email: eccaciv@mor1.telemex.net.mx

❖ ECO INGENIERÍA S.A. DE C.V.

Actividad: Realiza estudios y proyectos de ingeniería sanitaria y ambiental, estudios de impacto ambiental, análisis de calidad del agua residual y potable.

Oficina: Andrea del Castagno No.44
Col. Mixcoac
CP 03910.México D.F.
Teléfono: 611-90-53, 563-98-13, 563-94-78, 563-63-55
Fax: 598-39-58

Planta: Acceso B, No. 106
Parque Industrial Jurica
C.P. 76100 Querétaro, Qro. México
Teléfono/Fax: (42)18-41-50, 18-47-09 / (42)18-41-50

❖ ECO RED, S.A. DE C.V.

Actividad: Especialista en el tratamiento de aguas a través de procesos aerobios y anaerobios. Desarrolla y produce sistemas de tratamiento de aguas sin producción de lodos. Especialistas en remediación ambiental.

Oficina: Patriotismo 334 5o. piso, esq. Calle 7
Col. San Pedro de los Pinos
México, D.F.
Teléfono: 277-33-55, 277-58-44, 277-56-39
Fax: 277-32-32
E-mail: ecored@mex2000.com.mx

❖ **ETEISA, S. A. DE C. V.**

Actividad: Presta apoyo técnico para el saneamiento ambiental, realiza estudios de diagnóstico y evaluación ambiental.

Oficina: Ajusco No. 46 Col. Portales
03600 México, D.F.
Teléfono: 539-96-02
Fax: 609-12-59

❖ **GERMEN S.A. DE C.V.**

Actividad: Líder en la protección y saneamiento del medio ambiente (suelos contaminados y aguas residuales principalmente).

Oficinas: - Jalisco: Av. Vallarta 3233 Local F-2.,
Col. Vallarta Poniente, C.P.44110 Guadalajara, Jalisco
Teléfono: 647-31-89, 647-22-16, Fax: 647-57-93
E-mail: germen@beleneserv.uctbel.udg.mx
- D.F.: Romero 139, Col. Niños Héroes,
03440 México, D.F.
Teléfono/Fax: 590-73-28

❖ **GRUPO ARTHURIANA, S.A. DE C.V. LANCELOT**

Actividad: Productos Biodegradables, Estabilizadores de Suelo, Bioformulación en Polvo para la Recuperación y Conservación de Terrenos Erosionados y Zonas de Riego Frecuente

Oficina: Av. Cuernavaca No. 43 Col. Condesa
06140 México, D.F.
México
<http://www.lancelotmexico.com.mx>
Tel: (+55) 5212-0268, 5361-1354, (01-800) 624-6062
Fax: (+55) 5361-1354

❖ **KLEINFELDER MÉXICO, S. A. DE C. V.**

Actividad: Especialista en el control de contaminación de aire, suelo y agua. Brinda apoyo a proyectos geotécnicos.

Oficina:- En Jalisco: Chimalhuacán No. 3569,
4o piso Ciudad del Sol, Zapopan Jalisco. México
Teléfono: (3) 121-66-13, 647-61-66
Fax: (3) 121-66-17
- En D.F.: Nápoles No. 85 esq. Av. Chapultepec
1er piso, Col. Juárez C.P.06600 México, D.F.
207-21-44, 574-94-30, 264-05-14
E-mail: Kleinmex@vianet.com.mx

❖ **POLYBAC CORPORATION MEXICO**

Actividad: Comercialización de enzimas especiales en degradación de aguas residuales, desde fosa séptica hasta degradación de desperdicios con alto contenido orgánico industrial y municipal

Oficina: Av. Morelos Sur 140
Local M1
Col Las palmas
CP 62050 Cuernavaca Morelos. México
Teléfono: 73-126215
Fax: 73-123111

❖ **PROTECTORA ECOLÓGIA**

Actividad: Diseño, fabricación y construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales, municipales domésticas
Oficina: Baja California 80
Col Roma Sur,
CP 06760 México D.F
Teléfono: 5574 5444 5574 3657
E-mail: proesa@dfi.telmex.net.mx

❖ **TECODESA Y ASOCIADOS S.A. DE C.V.**

Actividad: Promueve la integración de soluciones para el tratamiento de agua a través de la aplicación de tecnologías innovadoras eficientes y económicas que permitan garantizar el cumplimiento de la normatividad vigente

Oficina: Minerva No. 72
Col. Crédito Constructor
03940, México D.F.
Teléfono: 661-84-88, 661-92-35
Fax: 661-84-88
E-mail: tecodesa@compuserve.com

ANÁLISIS DE ALIMENTOS

❖ **AMERICAN QUALITY LAB, S.A.**

Actividad: Análisis de alimentos balanceados.

Oficina: Carlos B. Zetina, No. 138, Col. Escandón
11800 México, D.F.
México
<http://www.silliker.com>
Tel: (+55) 5273-5502
Fax: (+55) 5273-5502

❖ **BAYER DIAGNÓSTICOS, S.A. DE C.V.**

Actividad: Análisis de alimentos.

Oficina: Av. Colonia del Valle No. 615 Piso 1 Col. del Valle
03100 México, D.F.
México
Tel: (+55) 5682-0308 / 5682-3948 / 5682-4049
Fax: (+55) 5543-5526

❖ **BUFETE QUÍMICO, S.A. DE C.V.**

Actividad: Protección Ambiental, Control de Calidad en Alimentos y Bebidas, Análisis de Biodisponibilidad de Metales en Juguetes, Artículos Escolares y Cerámica, Análisis Especiales y Problemas Industriales.

Oficina: Dr. Atl No. 286 Col. Santa Ma. La Ribera
06400 México, D.F.

México

<http://www.bufetequimico.com.mx>

Tel: (+55) 5547-0062

Fax: (+55) 5541-6049

❖ **CORPORACIÓN PR ALLIED, S.A. DE C.V.**

Actividad: Tecnología, Metodología y Servicios de Soporte Integral especializados en la Industria de Alimentos

Oficina: Sur 69 A, No. 115 Col. El Prado
09480 México, D.F.

México

<http://www.prallied.com>

Tel: (+55) 5532-3441 / 5532-3431 / 5532-5777 / 5532-5707

Fax: (+55) 5532-3441

❖ **CENTRO DE CONTROL TOTAL DE CALIDADES, S.A. DE C.V.**

Actividad: Análisis de alimentos balanceados.

Oficina: Puebla No. 282, Col. Roma, Apdo. Postal 6-983
06700 México, D.F.

México

<http://www.cencon.com.mx>

Tel: 5514-3391 / 5525-4010 / 5207-6617

Fax: 5207-9150

❖ **MÉTODOS RÁPIDOS, S.A. DE C.V.**

Actividad: Distribución de Kit para Diagnóstico Rápido en Protección de Microorganismos Indicadores y Patógenos, Plaguicidas, Agentes Tóxicos y Residuos Sólidos.

Oficina: Alexander Von Humbolt No. 8 Ofna.202 3a. Sección Lomas Verdes
53120 Naucalpan, Edo. de Méx.

México

Tel: (+55) 5343-2314

Fax: (+55) 5343-6085

❖ **NATVER, S.A. DE C.V.**

Actividad: Catalizadores Biológicos, Biotecnología, Industrial, Petróleo, Zootécnia, Agua, Residencial, Municipal, Comercial, Hotelera, etc.

Oficina: Vasco de Quiroga No. 135
53100 Naucalpan, Edo. de Méx.

México

<http://www.natver.com.mx>

Tel: (+55) 5393-4308

Fax: (+55) 5393-4308

❖ **NUEVOS DESARROLLOS INDUSTRIAL Y COMERCIAL**

Actividad: Fabricación y Venta de Formulaciones para Tratamiento de Aguas Residuales, Biodegradación de Residuos Sólidos y Bioremediación de Suelos.

Rinconada del Casco No. 39 Ex. Hda. San José
50200 Toluca, Edo. de Méx.
México

<http://www.avantel.net/~nuevosdes>

Tel: (+722) 210-3473, 212-4257

Fax: (+722) 210-3474

❖ **TECNOLIM**

Actividad: Limpieza y Control del Agua y Fluidos. Dragas (Venta y Renta), Tratamiento de Agua y Lodo, Separadores de Aceite, Medición y Control de Flujo, Geosintéticos, Rehabilitación de Tubería, Gaviones.

Ejército Nacional No. 1112 2º Piso Col. Chapultepec Morales
11510 México, D.F.

México

<http://www.tecnolim.com.mx>

Tel: (+55) 5395-2413

Fax: (+55) 5395-3050

VARIOS

❖ **ÁCIDOS ORGÁNICOS LA FLORIDA, S.A DE C**

Actividad: Produce levaduras para la industria de la panificación, levaduras probióticas, levaduras mineralizadas y levaduras para fermentaciones alcohólicas

Oficina: Carr. Cuautitlán - Tepetzotlán, Km. 3.8 s/n

Pueblo de San Mateo Ixtacalco

C.P. 54840 Cuautitlán Izcalli, Edo. de México

Teléfono: 870-15-11, 870-16-10, 870-19-03

Fax: 870-20-01, 870-21-14

carvazquez@netscape.net

Planta: Calzada Vallejo No. 1100

Col. Prado Vallejo

C.P. 54170 Tlalnepantla, Edo. de México

Teléfono: 587-21-22, 581-21-76, 581-20-30, 687-24-40

Fax: 587-21-22/76, 567-23-83, 567-24-80

❖ **ENMEX, S. A. DE C. V.**

Actividad: Produce, comercializa y distribuye enzimas de uso industrial. Su laboratorio está certificado, por la Dirección General de normas de SECOFI (Norma ISO 9002), como miembro del Sistema Nacional de Laboratorios de Prueba (SINALP).

Oficina: Río Lerma No. 228

Fraccionamiento Industrial San Nicolás

54030 Tlalnepantla, Edo. de México

Teléfono: 565-92-23, 565-59-02/99, 565-06-67

Fax: 390-48-26

❖ **INDUSTRIALIZADORA DE LECHE DE DELICIAS, S.A. DE C. V.**

Actividad: Procesadora de productos y derivados lácteos.

Oficina: Av. de las Industrias s/n. Zona Industrial

Cd. Delicias, Chihuahua, México
Teléfono: (147) 72-50-51
Fax: (147) 72-45-71

❖ **J. VENTURA**

Actividad: Área de la Investigación con productos como: VWR, FISHER, S.C., PGC, STOELTING, UVP, LAB-LINE

Oficina: Canal de Miramontes No. 3695-2 Villa Coapa
14390 México, D.F.
México
Tel: (+55) 5594-7913, 5671-9791, 5671-8443
Fax: (+55) 5671-9829

❖ **LABORATORIOS MIXIN**

Actividad: Líder en fabricación de extractos vegetales para las industrias farmacéutica, cosmética y alimentaria.

Oficina: Jardín sur 6
Naucalpan Centro
CP 53000 Naucalpan Edo de México.
Teléfono: 55765800
Fax: 53594512
Email: mixim@compuserve.com

❖ **LEVAMEX, S.A. DE C.V.**

Actividad: Alimentación
Chopin No. 183 Col. Peralvillo
06220 México, D.F.
México
Tel: (+55) 5583-0718, 5597-2019
Fax: (+55) 5583-2909

❖ **PROBIOMED, S.A. DE C.V.**

Actividad: Producción de Proteínas Recombinantes.
Ejército Nacional No. 499, 3er. Piso Col. Granada
11520 México, D.F.
México
<http://www.probiomed.com.mx>
Tel: (+55) 2581-1900
Fax: (+55) 5531-5099

Anexo II: Grupos de Investigación en Biotecnología

- **El Centro de Investigación y Estudios Avanzados del IPN, Cinvestav**

La Sección de **Biotecnología y Bioingeniería** se encuentra encuadrada dentro del Departamento de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería.

En la actualidad, el departamento de Biotecnología cuenta con tres líneas de investigación:

1. Biocatálisis y Biología Molecular

Coordinadora: [Dra. Carmen Montes Horcaditas](#)

Su interés es el estudio de proteínas catalíticas, sus mecanismos de regulación, y la relación entre estructura y función. Mecanismos moleculares de comunicación en plantas y planta-micorriza. Procesos de biosíntesis, remoción de xenobióticos con células vegetales y plantas transgénicas.

Integrantes de la línea:

[Beatríz Xoconostle y Roberto Ruíz](#)

Análisis de interacción planta-micorriza, estudio de la comunicación célula-célula y a larga distancia en plantas y virus. Bases moleculares de la tolerancia a sequía en plantas de interés agrícola.

[Carmen Montes y Ma. Eugenia Hidalgo](#)

Obtención, purificación y caracterización de xilanasas de *Cellulomonas flavigena* por DNA recombinante. Producción de xilanasas de *Cellulomonas flavigena* en cultivo de alta densidad celular con bagazo de caña. Inmovilización de invertasa para obtener jarabes fructosados a partir de jugo de caña.

[Graciano Calva](#)

Células vegetales como bioreactores para la producción de biomoléculas, anticuerpos y vacunas comestibles. Estudios de fitorremediación.

[Jaime Ortega](#)

Purificación de proteínas recombinantes por afinidad a celulosa. Purificación y plegamiento de proteínas recombinantes. Caracterización bioquímica de proteasas de *Trichomonas vaginalis*.

2. Bioprocesos y Bioproductos

Coordinador: [Dr. Juan Alfredo Salazar Montoya](#)

El interés de la línea es realizar estudios básicos y aplicados para el desarrollo de procesos biotecnológicos. Biotecnología de células vegetales, Biotecnología de alimentos, Bioingeniería de fermentaciones y metabolismo secundario de microorganismos, Mejoramiento genético de microorganismos, Control biológico de plagas y Preservación de alimentos, entre otros. El enfoque es multidisciplinario y estudia diferentes disciplinas de la Biotecnología en sus aspectos tanto básicos como aplicados.

Integrantes de la línea:

[Ana Carmela Ramos Valdivia](#)

Biotecnología de células vegetales. Regulación del Metabolismo secundario de plantas, respuestas planta-entorno (estrés, simbiosis y patógenos), enzimas que convierten alcaloides indólicos a oxi-indólicos, transformación de compuestos xenobióticos.

[Emma Gloria Ramos Ramírez](#)

Biotecnología de alimentos. Aprovechamiento de productos y subproductos agropecuarios para la obtención de aditivos alimentarios de fuentes no convencionales. Desarrollo de membranas artificiales a partir de biopolímeros. Biosensores en la producción de alimentos con valor biológico. Extracción y caracterización de polisacáridos nativos.

[Juan Alfredo Salazar Montoya](#)

Biotecnología de alimentos. Propiedades físicas de polisacáridos de tamarindo, mezquite, tejocote y melón. Caracterización física de glicoproteínas (mucina) y biopolímeros microbianos (gelana y xantana). Desarrollo de bioprocesos para la obtención de alimentos fermentados hipocalóricos (quesos y yogurt). Micro-encapsulación con polisacáridos naturales.

[Luis Bernardo Flores Cotera](#)

Bioingeniería de fermentaciones y metabolismo secundario de microorganismos. Aislamiento e identificación taxonómica de microorganismos endofíticos de plantas superiores de México (i.e. *Taxus globosa*). Aislamiento y caracterización de compuestos de interés farmacéutico de estos microorganismos. Biosíntesis del fármaco anticancerígeno taxol por microorganismos endofíticos de *Taxus globosa*.

[María Mayra de la Torre Martínez](#)

Control biológico y bioprocesos.

[María Teresa Ponce Noyola](#)

Mejoramiento genético de microorganismos. Estudios de regulación de la expresión de glucanasas y su caracterización bioquímica y molecular. Producción de glucanasas recombinantes. Mayra de la Torre Martínez Control biológico y bioprocesos

[Prospero Genina Soto](#)

Preservación de alimentos. Deshidratación.

[Zoila Flores Bustamante](#)

Bioprocesos. Bioingeniería de fermentaciones, metabolismo secundario de microorganismos.

3. Biotecnología ambiental

[Coordinador: Dr. Fernando Esparza García](#)

Su interés es realizar estudios básicos y aplicados enfocados a la reducción del impacto ambiental en agua, aire, suelos y por residuos sólidos. Los temas de investigación incluyen tratamiento anaerobio, ambientes combinados, tratamiento terciario con microalgas, biofiltración, biolavado, diseño de biofiltros, biorremediación, fitorremediación, digestión anaerobia, rellenos sanitarios acelerados y biosíntesis de polímeros biodegradables. El enfoque de la línea es multidisciplinario estudiando

aspectos tanto de las ciencias de la ingeniería como aspectos básicos de la Biotecnología ambiental.

Integrantes de la línea:

Alfredo Larios Saldaña

Fortificación con micro-nutrientes, reducción de ácido fítico y extrusión. Biotecnología Ambiental.

Carlos Cruz Mondragón

Ecología de suelos. Desnitrificación en suelos salino-alcálinos. Tecnología de productos lácteos, fermentación láctica en leche de soya, extrusión de cereales.

Elvira Ríos Leal

Química Analítica. Química analítica en biotecnología. Desarrollo analítico para procesos biotecnológicos.

Fermín Pérez Guevara

Fenómenos de transporte, análisis y modelado de bioprocesos. Polímeros biodegradables y biofiltración.

Fernando José Esparza García

Fisiología microbiana. Papel de la flora rizosférica en procesos de biorremediación, determinación de la capacidad bioquímica de la flora rizosférica en la degradación de contaminantes, papel de bacterias fijadoras de nitrógeno en la fitoremediación.

Frédéric Talaos

Tratamiento de aire, tratamiento de aguas, transferencia de masa. Uso del biogas como única fuente de carbono para la desnitrificación, caracterización de biorreactores de lecho fijo mediante técnicas de respirometría. Estudio del proceso metanótrofo en condiciones de alta transferencia de masa.

Héctor Mario Poggi-Varaldo

Procesos Anaerobios, tratamiento biológico de efluentes industriales y tóxicos, y de residuos sólidos, restauración de suelos y acuíferos.

Josefina Barrera Cortés

Supervisión y control inteligente de procesos de fermentación. Modelado neuronal de procesos de fermentación aplicados a la producción de insecticidas biológicos. Producción de bioinsecticidas de toxicidad controlada, mediante técnicas de inteligencia artificial.

Luc Dendooven

Ecología de suelos. Suelos salino-alcálinos, Suelos contaminados con hidrocarburos y suelos agrícolas. Recuperación de los suelos de Texcoco, Fitorremediación. Nitrificación y desnitrificación. Gases con efecto invernadero.

Refugio Rodríguez Vázquez

Compuestos xenobioticos. Bioestimulación y bioaumentación. Residuos agroindustriales en la biorremediación de suelos. Biorremediación en campo mediante biopilas.

Rosa Olivia Cañizares Villanueva

Biotecnología de microalgas. Tratamiento de aguas residuales: biorremoción de metales pesados, hidrocarburos y pesticidas con *Scenedesmus*, *Chlorella* y *Spirulina*. Bioproductos. Producción de pigmentos carotenoides, ficoeritrinas, ficocianinas, ficobiliproteínas, ácidos grasos y polisacáridos por *Haematococcus*, *Calothrix* y *Phormidium*.

• La Unidad Irapuato

A su vez, la **Unidad Irapuato** tiene a su cargo e integra la unidad de **Biotecnología y Bioquímica** y la unidad de **Ingeniería Genética de Plantas**.

► Biotecnología y Bioquímica

El departamento de Biotecnología y Bioquímica cuenta con una plantilla de **14 investigadores** de los cuales 13 cuentan con grado de Doctor en Ciencias.

► Áreas de Investigación

- Fitoquímica Bioinsecticidas
- Manejo Postcosecha
- Ecología Microbiana
- Bioquímica Ecológica
- Membranas y Bioenergética
- Biotecnología de Alimentos
- Química de Productos Naturales
- Bioquímica de Mecanismos de Defensa de Plantas
- Patología Molecular y Genética
- Control de Hongos Fitopatógenos

► Ingeniería Genética de Plantas

El departamento de Ingeniería Genética de plantas está conformado por **20 investigadores** de los cuales 19 cuentan con grado de Doctor en Ciencias.

► Áreas de Investigación

- Virología de plantas
- Química de proteínas
- Bacteriología molecular
- Cultivo de tejidos vegetales
- Manipulación genética de hongos
- Diferenciación celular en hongos
- Interacción planta-microorganismo
- Transformación genética de plantas

- Marcadores moleculares AFLPs y RAPDs
- Análisis genoma de plantas y hongos
- Regulación y exp. genética de plantas
- Biol. molecular de hongos fitopatógenos
- Biol. molecular metabolitos secundarios
- Biología molecular de la asimilación de carbono.
- Biología molecular del proceso de maduración de frutas.
- Genética Estadística.

► Departamento de Biotecnología y Bioquímica

Jefatura departamental: **Dr. Juan José Peña Cabriales**

El Departamento de Biotecnología y Bioquímica desarrolla investigación en dos grandes áreas de la Biología moderna: La Bioquímica y la Biología Molecular de Plantas, y la Biotecnología de la Protección de Vegetales.

En el área de la Bioquímica y Biología Molecular de Plantas se investigan aspectos relacionados con la bioenergética, biomembranas, metabolismo secundario, la bioquímica, fisicoquímica y biología molecular de diferentes macromoléculas como proteínas, almidones y lípidos. Asimismo, se desarrolla investigación para la generación de materiales genéticos con un mejor comportamiento agro-alimentario. Dentro del área de la Biotecnología de la Protección Vegetal, los proyectos de investigación van enfocados al control biológico de enfermedades y plagas de importancia agrícola. En esta sección se estudian aspectos bioquímicos, ecológicos, genéticos y moleculares implicados en aspectos básicos y aplicados en la interacción planta-patógeno.

Profesores y líneas de investigación

Alejandro Blanco Labra. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Química (1972). Facultad de Química, UNAM. Postdoctorado Londres Tropical Products Institute. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Bases moleculares de los mecanismos de defensa de plantas contra insectos y hongos. Inhibidores de enzimas digestivas (proteasas y amilasas) de insectos y hongos. Estructura de proteínas, relación estructura-función de proteínas. E mail: ablanco@ira.cinvestav.mx

Luis Eugenio González De La Vara. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Bioquímica (1985). CINVESTAV, I.P.N. México, México, D. F. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Fenómenos de transporte y transducción de señales en la membrana plasmática de células vegetales. La ATPasa transportadora de protones de la membrana plasmática de betabel. Las cinasas de proteínas de esta membrana. E mail: lgonzale@ira.cinvestav.mx

Doralinda Asunción Guzmán Ortíz. Investigadora Titular. Doctora en Ciencias con Especialidad en Genética y Biología Celular. (1996) CINVESTAV MÉXICO. Investigadora Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Regulación de la síntesis de micotoxinas en Aspergilli durante su diferenciación; utilizando métodos bioquímicos y de biología molecular. Aspectos

agroecológicos de la producción de aflatoxinas por cepas toxigénicas de *A. parasiticus* y *A. flavus* en maíz cultivado bajo diferentes condiciones. Identificación de factores químicos presentes en maíz que afectan el crecimiento, diferenciación y síntomas de micotoxinas de los Aspergilli. E mail: dguzman@ira.cinvestav.mx

Jorge Eugenio Ibarra Rendón. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Entomología (1986). University of California, Riverside, CA., USA. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Enfoque principal hacia el aislamiento, selección y caracterización de cepas nativas de *Bacillus thuringiensis*. Identificación y caracterización de entomopatógenos nativos. Desarrollo de bioinsecticidas a partir de cepas seleccionadas, con especial énfasis hacia el control de plagas de la región. Estudio de los efectos deletéreos de diversas proteínas sobre el desarrollo y viabilidad de insectos plaga. E mail: jibarra@ira.cinvestav.mx

Mercedes Guadalupe López Pérez. Investigadora Titular Doctora en Ciencias, con especialidad en Agricultura y Química Ambiental (1990) Departamento de Alimentos, Universidad de California, Davis, CA, USA. Posdoctorado Departamento de Bioquímica, Universidad de Columbia, Missouri USA (1991). Investigadora Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Temas de investigación: Caracterización molecular y biológica de aromas y sabores, en bebidas étnicas (tequila, mezcal, sotol, bacanora, etc.), así como su generación por procedimientos enzimáticos y no enzimáticos. Investigación de carbohidratos no estructurales, principalmente inulina de Agavaceas. Estudios nutraceuticos y autenticidad de materiales vegetales por isótopos estables. E mail: mlopez@ira.cinvestav.mx

Juan Pablo Martínez Soriano. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Biología Molecular y Genética (1992). University of Guelph, Ontario, Canadá. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Análisis y caracterización genética de plantas y patógenos; estructura y función de genes de organismos de importancia agropecuaria; diagnóstico molecular de enfermedades; ecología y filogenia de viroides; diseño, programación y comunicación electrónica en el área de la biotecnología de plantas. E mail: jpbs@ira.cinvestav.mx

Jorge Molina Torres. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con Especialidad en Bioquímica de Plantas. (1980) University College of North Wales, Gran Bretaña. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Biosíntesis y regulación del metabolismo secundario en plantas, utilizando como modelo el cultivo in vitro de órganos vegetales de plantas medicinales. Uso potencial de la transformación de tejidos con *Agrobacterium rhizogenes* para la producción de metabolitos secundarios. Estudio de las plantas endémicas de Mesoamérica, su quimiotaxonomía y marcadores moleculares en cladística, compuestos bioactivos, principalmente alcaloides, responsables de la presencia de sabores, actividad antimicrobiana, fungicida, antiinflamatoria e inmunoestimulante, entre otras. E mail: jmolina@ira.cinvestav.mx

Víctor Olalde Portugal. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Microbiología del Suelo (1986). Escuela Nacional de Ciencias Biológicas IPN, México. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Estudio del comportamiento ecológico de los hongos micorrízicos. Con especial énfasis en su comportamiento para mejorar las condiciones de estrés hídrico, protección contra fitopatógenos y cultivos in vitro. Asimismo, se

estudian bacterias que realicen control biológico contra fitopatógenos (aspectos microbiológicos, ecológicos y bioquímicas). E mail: volalde@ira.cinvestav.mx

Octavio Paredes López. Investigador Titular. Doctor en Ciencia de Plantas (1980), University of Manitoba en Winnipeg, Canadá. Posdoctorales en University of Massachussets y Texas A&M University. Investigador Nacional Nivel III.

Temas de Investigación: Mejoramiento del mensaje alimentario y nutricional de cultivos estratégicos. E mail: oparedes@ira.cinvestav.mx

Juan José Peña Cabriales. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con Especialidad en Ecología Microbiana. (1981) Universidad de Cornell, Ithaca, NY. EUA. Investigador Nacional Nivel III.

Temas de Investigación: Ecología de microorganismos de importancia agrícola; reciclaje de nutrientes; uso de técnicas isotópicas en las transformaciones microbianas de los nutrientes de las plantas. Interacciones planta-microorganismos. E mail: jpena@ira.cinvestav.mx

► Departamento de Ingeniería Genética de Plantas

Jefatura departamental: **Dr. Luis Rafael Herrera Estrella**

El Departamento de Ingeniería Genética de plantas comprende diversas áreas cuyo común denominador es el uso de técnicas de Biología Molecular e Ingeniería Genética. Estas herramientas están siendo utilizadas para contribuir a la solución de importantes problemas agrícolas de nuestro país, los cuales han rebasado a las tecnologías agrícolas tradicionales. Por ello, se emplean tecnologías modernas para proporcionar soluciones novedosas y originales a problemas añejos. Entre los cultivos que se trabajan se pueden mencionar al maíz, arroz, frijol, tomate, papa, chile, mango, papaya, plátano, espárrago, amaranto, aguacate, todos ellos de clara importancia comercial. En este sentido se busca la generación de variedades resistentes a diversos patógenos (bacterias, hongos, y virus) así como la producción de frutos con una vida prolongada de anaquel, todo ello por medio de la Ingeniería Genética. El aislamiento de genes para su posterior introducción a las plantas es un área muy importante del Departamento e incluye proyectos para aislar genes tanto de resistencia a patógenos, como involucrados en diversos procesos de desarrollo vegetal (maduración, diferenciación, etc.) y de proteínas ricas en aminoácidos esenciales. Igualmente se busca identificar marcadores moleculares por medio de técnicas como RFLP's.

El uso de sistemas modelos en la investigación ha sido extremadamente útil para dilucidar importantes funciones celulares y por ello mismo en el Departamento se utilizan sistemas modelos como *Arabidopsis thaliana*, la planta con el genoma más pequeño que se conoce, y algunos hongos como *Aspergillus*, *Trichoderma* y *Ustilago* para estudiar procesos de diferenciación y desarrollo celular.

Profesores y líneas de investigación

Luis Rafael Herrera Estrella. Investigador Titular y actual Director de la Unidad. Doctor en Ciencias, con especialidad en Biología Molecular de Plantas (1986). Universidad Estatal de Gante, Bélgica. Investigador Nacional Nivel III.

Temas de Investigación: Ingeniería Metabólica y resistencia a estrés ambiental. Desarrollo de metodología para la transformación de células vegetales, mediante el empleo de *Agrobacterium tumefaciens* y bombardeo de micropartículas. Especies vegetales de interés: frijol (*p. vulgaris*) y maíz. Aislamiento y caracterización de la expresión de genes involucrados en fotosíntesis y asimilación de carbono, principalmente de genes involucrados en la síntesis de sacarosa y la conversión de la misma en polisacáridos (almidón y fructanos). E mail: lherrera@ira.cinvestav.mx

Reynaldo Ariel Álvarez Morales. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Biología Molecular (1983). Universidad de Sussex, Gran Bretaña. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Regulación genética de los mecanismos de patogenicidad y virulencia en bacterias fitopatógenas. Análisis de riesgo y bioseguridad en relación a la liberación de platas transgénicas al medio ambiente. E mail: aalvarez@ira.cinvestav.mx

Ana María Bailey Moreno. Investigadora Titular. Doctora en Ciencias con especialidad en Fitopatología (1985). Universidad de California, Riverside, USA. Investigadora Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Biología molecular de hongos fitopatógenos, utilizando como modelo el género *Phytophthora* spp. Desarrollo de metodologías para el estudio de estos patógenos con la utilización de técnicas como: Electroporación, biobalística, electroforesis de pulso en campo eléctrico para ser usadas en la transformación genética de estos organismos. Producción de mutantes no-patogénicas y su estudio en comparación con cepas silvestres y complementadas para obtener información acerca de los mecanismos involucrados en la patogenicidad. Búsqueda de genes bacterianos involucrados en la degradación de herbicidas para su clonación, caracterización y posterior transferencia a plantas. E mail: abailey@ira.cinvestav.mx

Miguel Ángel Gómez Lim. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con Especialidad en Biología Molecular de Plantas (1986). Universidad de Edimburgo, Escocia. Gran Bretaña. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Estudio de la maduración de frutos tropicales utilizando técnicas básicas de bioquímica y biología molecular. Aislamiento y manipulación de genes involucrados en la producción de etileno y en la maduración en general. El objetivo fundamental es lograr la alteración del patrón normal de maduración de frutos tropicales por ingeniería genética para extender su vida comercial. Los principales modelos de trabajo son el mango, el plátano, el aguacate y la papaya. Adicionalmente, por ingeniería genética, se trabaja en la producción de variedades de jitomates y plátanos que contengan vacunas contra diversas enfermedades importantes en México, como cólera, amibiasis, hepatitis, malaria y cáncer. La idea es utilizar los frutos como vehículos de inmunización. También se trabaja en la producción de variedades de plátano con resistencia a Sigatoka negra, una enfermedad causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*. Para ello se están utilizando genes de resistencia a hongos para ser transferidos por ingeniería genética al plátano. E mail: mgomez@ira.cinvestav.mx

Plinio Antonio Guzmán Villate. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Genética (1984). CINVESTAV I.P.N., México, D. F. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Caracterización de una nueva familia de proteínas que codifican dedos de zinc en *Arabidopsis thaliana* y análisis de su participación en eventos tempranos de transducción de señales en plantas. Análisis genómico en el hongo fitopatógeno *Ustilago maydis*: caracterización estructural y funcional de elementos cromosómicos. E mail: pguzman@ira.cinvestav.mx

Alfredo Heriberto Herrera Estrella. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con Especialidad en Genética (1990). Universidad Estatal de Gante, Bélgica. Investigador Nacional Nivel III.

Temas de Investigación: Mecanismo de acción de los agentes de control biológico *Trichoderma* spp. Los hongos que pertenecen a este género son organismos activos como micoparásitos y han sido probados de manera muy extensa en experimentos de campo donde se ha demostrado que son efectivos como agentes de control biológico contra una gama muy amplia de fitopatógenos de relevante importancia económica.

Se han identificado diferentes factores involucrados en la inhibición del crecimiento y/o destrucción de hongos patógenos por *Trichoderma*, entre estos factores se encuentran antibióticos y enzimas hidrolíticas de pared celular que incluyen β -1,3-glucanasas, quitinasas y proteasas. En este laboratorio se estudia la producción de las enzimas líticas y de otros genes involucrados en el micoparasitismo así como el desarrollo de métodos moleculares para la caracterización e identificación de cepas utilizadas en control biológico. Uno de los fenómenos de interés tanto básico como aplicado es la esporulación en *Trichoderma*. E mail: aherrera@ira.cinvestav.mx

Edmundo Lozoya Gloria. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Biotecnología de Plantas (1989). CINVESTAV-IPN Unidad Irapuato. Irapuato, Gto., México. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Investigación básica y aplicada sobre el control de la producción de sustancias naturales a partir de las plantas mismas o de cultivos celulares. Actualmente en proyectos sobre la inducción y utilización de sustancias antibióticas (fitoalexinas) y control de la síntesis de pigmentos (carotenoides) producidos por la planta del chile (*Capsicum annuum*). E mail: elozoya@ira.cinvestav.mx

Octavio Martínez De La Vega. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Estadística, (1994) Universidad de Reading, Reino Unido. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: En general, el diseño, desarrollo y aplicación de métodos estadísticos en Genética. En particular, la utilización de marcadores moleculares para la estimación del número, tamaño de efecto y posición de genes que afectan caracteres cuantitativos (QTLs), así como para el estudio de la variabilidad genética con particular énfasis en la determinación de árboles filogenéticos. Especie de interés particular: Chile (*Capsicum annuum* L.). E mail: omartine@ira.cinvestav.mx

Neftalí Ochoa Alejo. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Bioquímica (1983). Instituto de Química, Universidad de Sao Paulo, Brasil. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Cultivo de tejidos vegetales. Estudios sobre la inducción de órganos y regeneración de plantas a partir de células y tejidos cultivados in vitro. Aspectos bioquímicos y fisiológicos de la resistencia a la sequía en cultivos celulares. Aislamiento y caracterización de variantes y mutantes utilizando el cultivo de células y tejidos vegetales in vitro. Especie de interés: *Capsicum annuum* (chile). E mail: nochoa@ira.cinvestav.mx

Gabriela Olmedo Álvarez. Investigadora Titular. Doctora en Ciencias con especialidad en Microbiología (1990). Universidad de Pensilvania, Filadelfia, PA, USA. Investigadora Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Estudio de los mecanismos de regulación postranscripcional en *Bacillus subtilis*, particularmente la degradación del RNA mensajero. Ecología molecular de la bacteria de suelo *Bacillus subtilis*. E mail: golmedo@ira.cinvestav.mx

Rafael Francisco Rivera Bustamante. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Biología (1987). Universidad de California, Riverside, USA. Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Obtención de variedades (papa, tabaco, jitomate, espárrago) resistentes a virus (PVX, PVY, TSV, TEV, TMV, AV I y AV II) por medio de la protección cruzada por Ingeniería Genética. Caracterización molecular de geminivirus que infectan hortalizas en México. Alternativas de resistencia antiviral por medio de la ingeniería genética (modelo TMV). E mail: rrivera@ira.cinvestav.mx

José Ruiz Herrera. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Microbiología (1963). Rutgers, The State University of New Jersey, USA. Investigador Nacional Nivel III.

Temas de Investigación: Mecanismos de síntesis de la pared celular de los hongos, síntesis de quitina, síntesis de glucanas, mecanismos involucrados en el crecimiento apical, microvesículas. Diferenciación celular en hongos, hongos dimórficos, papel de las poliaminas en la diferenciación, enzimas involucradas en el metabolismo de poliaminas, la metilación del DNA y la expresión génica diferencial. E mail: jruiz@ira.cinvestav.mx

Magdalena Segura Nieto. Investigadora Titular. Doctora en Ciencias con especialidad en Biología Celular (1981). CINVESTAV IPN, México. México, D. F. Investigador Nacional Nivel I.

Temas de Investigación: Proteínas de reserva de alto valor nutricional del grano de amaranto, caracterización, expresión y aislamiento de los genes que las codifican. Estudio de la regulación de la expresión de estas proteínas durante la maduración del grano y la biogénesis de los cuerpos proteínicos, donde éstas se depositan. Papel del citoesqueleto en la organización de los cuerpos proteínicos. Búsqueda de marcadores proteínicos que identifiquen los estadios de la embriogénesis somática, en cultivos de importancia agronómica. E mail: msegura@ira.cinvestav.mx

June Kilpatrick Simpson Williamson. Investigadora Titular. Doctora en Ciencias con especialidad en Biología Molecular (1986). Universidad Estatal de Gante, Bélgica. Investigadora Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Investigación de la interacción planta-patógeno utilizando el sistema *Phaseolus vulgaris/Colletotrichum lindemuthianum* como modelo. Areas de estudio incluyen análisis de poblaciones del patógeno con métodos tradicionales y moleculares, estudios de interacciones entre diferentes aislados de *C. lindemuthianum*, análisis y caracterización de genes de avirulencia del hongo, análisis de la genética de resistencia al hongo en diferentes cultivares de *P. Vulgaris* y mapeo de genes de resistencia en frijol con marcadores moleculares. E mail: jsimpson@ira.cinvestav.mx

Jean-Philippe Vielle Calzada. Investigador Titular: Doctor en Ciencias (Ph.D) con Especialidad en Mejoramiento Genético, Texas A&M University (1995); Posdoctorado en Genética Molecular de Plantas en Cold Spring Harbor Laboratory (1999). Investigador Nacional Nivel II.

Temas de Investigación: Genética del desarrollo reproductivo en plantas. Alteración de los mecanismos de reproducción sexual para inducir la formación de semillas genéticamente idénticas a la planta madre (apomixis). Mutagénesis insercional por medio de trasposones; establecimiento y utilización de trampas génicas (gene traps) y detectores de intensificadores (enhancer traps) para la identificación de genes en base a sus esquemas de expresión in-situ. Disección genética y molecular de los procesos que regulan la formación del óvulo, el saco embrionario, y los gametos femeninos tanto en *Arabidopsis thaliana* como en plantas de interés agrícola. Identificación de genes y promotores útiles para el mejoramiento de semillas. Estudio de los mecanismos epigenéticos y de los efectos maternos que regulan los estados prematuros del desarrollo embrionario y endospermico en la semilla. E mail: vielle@ira.cinvestav.mx

Víctor Manuel Villalobos Arámbula. Investigador Titular. Doctor en Ciencias con especialidad en Morfogénesis Vegetal. (1983), Universidad de Calgary, Alberta, Canadá. (con licencia por colaborar actualmente en el Gobierno Federal)
Temas de Investigación: Cultivo de tejidos vegetales, morfogénesis vegetal, mejoramiento genético de cultivos agrícolas y especies forestales empleando cultivo de tejidos.

El cuadro adjunto recoge diversos proyectos financiados por diversos organismos de apoyo a la Ciencia.

Proyectos financiados por agencias nacionales o internacionales de apoyo a la ciencia (Conacyt, Cosnet, Fundacion Rockefeller, Twas, etc) en el marco de convocatorias (recursos extraordinarios)

Título del Proyecto: Análisis global de la expresión génica de *Phytophthora nicotiana* durante la interacción con *Nicotiana tabacum*

Responsable: Dra. Ana María Bailey Moreno

Participantes:

Agencia de financiamiento: CONACyT

Tipo de proyecto: Individual

Monto: 606,670.00 M.N.

Vigencia: 2003-2005

Título del Proyecto: Recombinación del genoma del virus de RNA en *Carica papaya*, una medida de análisis de riesgo para la introducción de papaya en un centro de diversidad.

Responsable: Dra. Laura Silva Rosales

Participantes: Daniel Piñero

Agencia de Financiamiento: SEMARNAT

Tipo de Proyecto: Individual

Monto: \$ 1'822,600

Vigencia: 01 Septiembre 2003 al 01 Septiembre 2006.

Título del Proyecto: Papel de la espermidina sintasa en el crecimiento y la diferenciación de hongos fitopatógenos

Responsable. Dr. José Ruiz Herrera

Participantes. Dr. Oscar Ruiz. Instituto Tecnológico de Chascomus (IIB-Intech. Conicet-Universidad Nacional de General San Martín, Argentina

Agencia de financiamiento: CONACYT-SECYT

Tipo de proyecto: Colaboración Bilateral

Monto: \$39,325 M.N.

Vigencia: 2003-2004

Título del Proyecto: Análisis de la interacción *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* – Frijol mediante el uso de microarreglos para identificar genes de expresión diferencial en el fitopatógeno, y caracterización de genes involucrados en la síntesis de faseolotoxina.

Responsable: Dr. Reynaldo Ariel Alvarez Morales

Participantes:

Agencia de financiamiento: CONACYT

Tipo de proyecto: Individual

Monto: \$ 1'294,684.00

Vigencia: 01/01/2003 – 31/12/2005

Título del Proyecto: "Establecimiento de una tecnología para la transformación genética de selecciones avanzadas de fresa" (continuación)

Responsable: Dra. Alba Estela Jofre y Garfias

Participantes: Dr. Pedro A. Dávalos González, M. en C. Alma Rosa Hernández Razo e IQ María Nélida Vázquez Sánchez

Agencia de financiamiento: Fundación Guanajuato Produce, A.C.

Tipo de proyecto: Individual

Monto: \$ 146,382.00

Vigencia: Julio de 2003 a junio de 2004.

Título del Proyecto: Estudios de genómica funcional del agente de biocontrol *Trichoderma spp*"

Responsable: Dr. Alfredo Heriberto Herrera Estrella

Participantes: Dra. Patricia Ponce Noyola y Dr. Alberto Flores

Agencia de Financiamiento: Financiado por Fondos Mixtos del Edo. de Guanajuato

Proyecto: Individual

Monto: \$ 1, 016,400.00 m.n.
Vigencia: 01/09/2003 a 31/08/2005

Título del Proyecto: Control de la producción de metabolitos secundarios en hongos, como agentes contaminantes de granos y en el biocontrol

Responsable: Dr. Jesús Aguirre Linares

Participantes: Dres. Alfredo Heriberto Herrera Estrella, Gustavo Viniegra, Wilhelm Hansberg

Agencia de Financiamiento: Financiado por Fondos Sectoriales SAGARPA

Proyecto: Individual

Monto: \$ 3'500,600.00 m.n.

Vigencia: 01/08/2003 a 30/07/2006

Título del Proyecto: Mapeo de genes de avirulencia y compatibilidad sexual en *Colletotrichum lindemuthianum*.

Responsable: Dra. June Kilpatrick Simpson Williamson

Participantes: Francisco Luna, Raúl Rodríguez, Mónica García

Agencia de financiamiento: SEP-CONACyT

Tipo de proyecto: Individual

Monto: \$ 335,600 pesos

Vigencia: 01/04/03 – 31/10/05

Proyectos y servicios solicitados por el sector industrial, el de servicios y otros sectores, desarrollados en el marco de un contrato (recursos propios)

Título del Proyecto: Producción de anturio por cultivo de tejidos.

Responsable: Dr. Edmundo Lozoya Gloria

Participantes: M. en C. Martha Betancourt Jiménez

Empresa o dependencia solicitante: Granja El Coterero, Camino Carrizalito N° 1000, Irapuato, Gto.

Tipo de proyecto: Desarrollo Tecnológico

Monto: \$ 24,000.00

Vigencia del contrato: 01/08/2003 a 31/07/2004.

- **El Instituto de Biotecnología de la UNAM**

Departamentos

<p>Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis</p>	<p>Dr. Francisco Bolivar Dr. Enrique Galindo Dr. Guillermo Gosset Dr. Agustin Lopez Munguia Dr. Juan Enrique Morett Dr. Lorenzo Segovia Dr. Francisco Xavier Soberon Dr. Rafael Vazquez</p>
<p>Departamento de Biología Molecular de Plantas</p>	<p>Dra. Gladys Iliana Cassab Dra. Alejandra Alicia Covarrubias Dr. Joseph Dubrovsky Dra. Patricia Leon Dr. Jorge Nieto Dr. Omar Homero Pantoja M.C. Maria del Carmen Quinto Dr. Mario Rocha Dr. Federico Sanchez</p>
<p>Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular</p>	<p>Dr. Carlos Federico Arias Dr. Jean Louis Charli Dr. Luis Fernando Covarrubias Dr. Alberto Darszon Dra. Patricia Ileana Joseph Dra. Hilda Maria Lomeli Dra. Susana Lopez Dr. Enrique Alejandro Reynaud Dr. Mario Enrique Zurita</p>
<p>Departamento de Microbiología Molecular</p>	<p>Dra. Maria Alejandra Bravo Dr. Edmundo Calva Dra. Elda Guadalupe Espin Dr. Enrique Merino Dr. Jose Luis Puente Dr. Mario Soberon</p>
<p>Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos</p>	<p>Dr. Alejandro Alagon Dr. Juan Carlos Almagro Dr. Baltazar Becerril Dr. Eduardo Horjales Dr. Lourival Domingos Possani Dr. Octavio Tonatiuh Ramirez Dra. Yvonne Jane Rosenstein Dr. Roberto Pablo Stock</p>

► **Grupos y Proyectos de investigación**

1. Departamento de Ingeniería Celular y Biocatálisis
Director del Dpto.: Dr. Enrique Galindo

1.1. Bioingeniería
Grupo del Dr. Enrique Galindo

Fuentes de financiamiento: CONACyT (U39955-2), (39906-Z); DGAPA/UNAM (117202), (IN218201), (IN226202); SAGARPA (C01-0741).

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial
Ingeniería y Tecnología de las Fermentaciones y del Cultivo Celular
Recuperación y Purificación de Productos. Diseño de Equipos de Proceso y de Control.

1.2. Biotecnología ambiental y bioremediación
Grupo del Dr. Rafael Vázquez

Fuentes de financiamiento: IMP (9580-535-21-IX-00); SEMARNAT (C01-1307).

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial
Ingeniería y Tecnología de Enzimas
Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

1.3. Evolución dirigida de proteínas
Grupo del Dr. Francisco Xavier Soberon

Fuentes de financiamiento: DIVERSA.

Líneas de Investigación:

Desarrollo y Consolidación Metodológica en Biología Molecular
Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

1.4. Ingeniería de vías metabólicas
Grupo del Dr. Guillermo Gosset

Fuentes de financiamiento: DGAPA/UNAM (IN220403).

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial
Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias
Ingeniería y Tecnología de las Fermentaciones y del Cultivo Celular

1.5. Ingeniería y Tecnología de Enzimas
Grupo del Dr. Agustin Lopez Munguia

Fuentes de financiamiento: ANUIES (SGE/422/01); CONACyT (E120.0927), (40609-z); DGAPA/UNAM (IN238202); ALLIED DOMEQ.

Líneas de Investigación:

Ingeniería y Tecnología de Enzimas

1.6. Metabolismo celular e ingeniería genética en bacterias
Grupo del Dr. Francisco Bolívar Zapata

Fuentes de financiamiento: CONACyT (CN230).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias
Desarrollo y Consolidación Metodológica en Biología Molecular

Microbiología Industrial
Ingeniería y Tecnología de las Fermentaciones y del Cultivo Celular

1.7. Proteínas reguladoras transcripcionales
Grupo del Dr. Juan Enrique Morett

Fuentes de financiamiento: CONACyT (30723-N).

Líneas de Investigación:

Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

1.8. Relación estructura-función de proteínas
Grupo del Dr. Lorenzo Segovia

Fuentes de financiamiento: DGAPA/UNAM (IN215201)

Líneas de Investigación:

Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas
Bioinformática.

2. Departamento de Biología Molecular de Plantas
Director del Dpto.: Dr. Omar Homero Pantoja

2.1. Respuesta molecular a patógenos en plantas
Grupo del Dr. Mario Rocha

Fuentes de financiamiento: CONACyT (39936-Q); DGAPA/UNAM (IN201000).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

2.2. Adaptación al calor en plantas y levaduras
Grupo del Dr. Jorge Nieto

Fuentes de financiamiento: CONACyT (39935-Q), (REP);
DGAPA/UNAM (IN207402).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

2.3. Biología del desarrollo de plantas
Grupo del Dr. Joseph Dubrovsky

Fuentes de financiamiento: DGAPA (IN210202 y IX225304).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

2.4. Desarrollo del cloroplasto y represión metabólica en plantas
Grupo de la Dra. Patricia León

Fuentes de financiamiento: CONACyT (40501-Q); DGAPA/UNAM (IN210200); HHMI (55003681).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

2.5. Fisiología de raíces de plantas superiores

Grupo de la Dra. Gladys Iliana Cassab

Fuentes de financiamiento: CONACyT (36071-N); Allied-Domecq.

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

2.6. Respuesta a estrés osmótico en plantas y levaduras

Grupo de la Dra. Alejandra Alicia Covarrubias

Fuentes de financiamiento: CONACyT (40603-Q), (J200.887/2003), DGAPA/UNAM (IN225002).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

Biología Molecular y Celular de Hongos

2.7. Respuestas tempranas en la interacción Rhizobium etli-Phaseolus vulgaris

Grupo M.C. Maria del Carmen Quinto

Fuentes de financiamiento: CONACyT (33056-N); DGAPA/UNAM (IN209202).

Líneas de Investigación:

Genética y Biología Molecular de la Interacción Microorganismo-Planta

2.8. Transducción de señales en Rhizobium

Grupo del Dr. Federico Sanchez

Fuentes de financiamiento: CONACyT (33350-N), (030049); DGAPA/UNAM (IN232002).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

Genética y Biología Molecular de la Interacción Microorganismo-Planta

2.9. Transducción de señales en células vegetales

Grupo del Dr. Omar Homero Pantoja

Fuentes de financiamiento: CONACyT (E130.1590) (39913-Q), (J200.587/2003), (TEXASA&M); DGAPA/UNAM (IN229602); ICGEB (J100-1599-2002); SER (UAC-III-607050); TWAS.

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Biotecnología de Plantas

3. Departamento de Genética del Desarrollo y Fisiología Molecular

Jefe del Departamento: Dr. Luis Fernando Covarrubias

3.1. Biogénesis de canales iónicos

Grupo del Dr. Alberto Darszon

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Celular de Animales

Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

Neurobiología Celular y Molecular

3.2. Comunicación peptidérgica en el sistema nervioso (Grupo 1)

Grupo de la Dra. Patricia Ileana Joseph

**3.3. Comunicación peptidérgica en el sistema nervioso (Grupo 2)
Grupo del Dr. Jean Louis Charli**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (39931-Q), (J200.641.2003); DGAPA/UNAM (IN227002), (IN225602); DIA/CIC-UNAM (CO/C-01A-462-03).

Líneas de Investigación:
Neurobiología Celular y Molecular

**3.4. Células germinales primordiales
Grupo de la Dra. Hilda Maria Lomeli**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (40336-Q); DGAPA/UNAM (IN213602-3); TWAS (99-058).

Líneas de Investigación:
Biología Molecular y Celular de Animales

**3.5. Genética molecular del desarrollo en insectos
Grupo del Dr. Mario Enrique Zurita**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (39911Q), DGAPA/UNAM (IN207002), HHMI (55003712).

Líneas de Investigación:
Biología Molecular y Celular de Animales

**3.6. Muerte celular durante el desarrollo embrionario de enfermedades
Grupo del Dr. Luis Fernando Covarrubias**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (39930-Q); DGAPA/UNAM (IN210600).

Líneas de Investigación:
Biología Molecular y Celular de Animales

**3.7. Neurobiología y Biología del Desarrollo de *Drosophila melanogaster*
Grupo del Dr. Enrique Alejandro Reynaud**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (J3866-N); DGAPA (IN213003).

Líneas de Investigación:
Biología Molecular y Celular de Animales

**3.8. Virus causantes de Gastroenteritis (Grupo 2)
Grupo del Dr. Carlos Federico Arias**

Fuentes de financiamiento: CONACyT (E130.781), (G37621-N), DGAPA (IN227602); HHMI (55003662), (55000613); SILANES.

Líneas de Investigación:
Biología Molecular y Bioquímica de Virus

4. Departamento de Microbiología Molecular

Jefe del Departamento: Dr. Mario Soberon

4.1. Enquistamiento y producción de alginato en *Azotobacter vinelandii* Grupo de la Dra. Elda Guadalupe Espin

Fuentes de financiamiento: CONACyT (36276-N).

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

4.2. Factores de virulencia en enterobacterias Grupo del Dr. Jose Luis Puente

Fuentes de financiamiento: CONACyT (33115-N); DGAPA/UNAM (IN217201); HHMI (75301-565101).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

4.3. Mecanismos moleculares de la especificidad de las toxinas CRY de *Bacillus thuringiensis*. Expresión de genes biosintéticos de tiamina en bacterias Grupo del Dr. Mario Soberon

Fuentes de financiamiento: DGAPA/UNAM (IN206200); USDA (2002-35302-12539).

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

4.4. Genómica Computacional Grupo del Dr. Enrique Merino

Fuentes de financiamiento: DGAPA (IN215402-2).

Líneas de Investigación:

Bioinformática

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

Microbiología Industrial

4.5. Proteínas insecticidas de *Bacillus thuringiensis* Grupo de la Dra. Maria Alejandra Bravo

Fuentes de financiamiento: CONACyT (G36505-N), (E110-276/01); DGAPA/UNAM (IN216300); AECI; VERDIA.

Líneas de Investigación:

Microbiología Industrial

4.6. *Salmonella typhi*: de la epidemiología a la transducción de señales Grupo del Dr. Edmundo Calva

Fuentes de financiamiento: CONACyT (33115-N); DGAPA/UNAM (IN217201).

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

5. Departamento de Medicina Molecular y Bioprocesos
Jefe del Departamento: Dr. Dr. Octavio Tonatiuh Ramirez

5.1. Activación y regulación de la respuesta inmune
Grupo de la Dra. Yvonne Jane Rosenstein

Fuentes de financiamiento: CONACyT (25943M); DGAPA/UNAM (IN209400).

Líneas de Investigación:

Activación y Regulación de la Respuesta Inmune

5.2. Aislamiento y caracterización de anticuerpos terapéuticos
Grupo del Dr. Baltazar Becerril

Fuentes de financiamiento: DGAPA (IN220602); BIOCLÓN.

Líneas de Investigación:

Biología Molecular y Bioquímica de Bacterias

5.3. Biología Molecular y Celular de Entamoeba histolytica y Toxinología
Grupo del Dr. Roberto Pablo Stock

Líneas de Investigación:

Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica de Parásitos
Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

5.4. Cristalografía de proteínas
Grupo del Dr. Eduardo Horjales

Líneas de Investigación:

Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

5.5. Desarrollo y escalamiento de bioprocesos
Grupo del Dr. Octavio Tonatiuh Ramirez

Fuentes de financiamiento: CONACyT (33348-B), (020401);
DGAPA/UNAM (IN218202).

Líneas de Investigación:

Ingeniería y Tecnología de las Fermentaciones y del Cultivo Celular
Optimización e Integración de Procesos y Prototipos. Desarrollo
Tecnológico
Recuperación y Purificación de Productos. Diseño de Equipos de Proceso
y de Control

5.6. Ligandos peptídicos naturales
Grupo del Dr. Lourival Domingos Possani

Fuentes de financiamiento: CONACyT (J200.1283/2002), (40251-Q);
DGAPA (IN216900); BIOCLÓN; HHMI

Líneas de Investigación:

Optimización e Integración de Procesos y Prototipos. Desarrollo
Tecnológico.
Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas
Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica de Parásitos
Biología Molecular y Celular de Animales

5.7. Ruta secretoria de *Entamoeba histolytica* Grupo del Dr. Alejandro Alagon

Fuentes de financiamiento: CONACyT (J200.1283/2002), DGAPA/UNAM (IN230203); SILANES; BIOCLÓN.

Líneas de Investigación:

Biología Molecular, Biología Celular y Bioquímica de Parásitos
Optimización e Integración de Procesos y Prototipos. Desarrollo Tecnológico
Estructura, Función y Manipulación de Péptidos y Proteínas

- **El Centro de Ciencias Genómicas en la Universidad Nacional de México (UNAM)**

La investigación en el CCG (antiguo CIFN) se clasifica en los siguientes siete Programas de Investigación.

- ▶ **Programa de Genómica Computacional**

Responsable: Julio Collado-Vides

En este programa se realiza investigación sobre enfoques integrativos para el estudio de la regulación de la expresión génica en *E. coli*, y sobre la bioinformática del proyecto genómico de *Rhizobium etli*. Recientemente el laboratorio tiene a su cargo el Nodo Nacional EMBnet.

Uno de los proyectos del programa es acerca de la integración del conocimiento sobre la expresión génica a nivel de la iniciación de la transcripción. El Grupo mantiene una base de datos sobre la regulación génica y la organización en operones del genoma de *E. coli*: **RegulonDB**. Esta base de datos constituye, en cierta forma, la columna vertebral de este proyecto de investigación.

- ▶ **Biología molecular de plantas**

Responsable: Georgina Hernández

Este programa está constituido por tres grupos dirigidos por los Dres. Georgina Hernández, Miguel Lara y Raúl Arredondo-Peter, que realizan investigación en los siguientes aspectos del metabolismo vegetal.

1. Regulación de la asimilación de amonio y del CO₂ fijado en la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa.
2. El uso de plantas transgénicas para modular el metabolismo de carbono y N en la simbiosis *Rhizobium* -leguminosa.
3. Hemoglobinas vegetales.

- ▶ **Dinámica del Genoma**

Responsable: Rafael Palacios

El genoma de *Rhizobium* es una estructura compleja que contiene un gran número de secuencias de DNA reiteradas y que presenta rearrreglos a alta frecuencia. Hemos propuesto la existencia de cerca de 200 familias de DNA con un promedio de reiteración de 2 a 3 elementos en la cepa tipo de *Rhizobium etli*. Las secuencias reiteradas en *Rhizobium* incluyen: operones completos, genes, regiones regulatorias y secuencias de inserción.

Las metas principales de nuestro programa de investigación son:

1. Definir la estructura de amplicones de diferentes genomas de *Rhizobium*,
2. Correlacionar esa estructura con la capacidad simbiótica de las cepas de *Rhizobium*

3. Manipular el genoma de *Rhizobium* a través de inducir y seleccionar cepas con amplificaciones de DNA, tanto naturales como artificiales, que mejora en sus propiedades simbióticas.

► **Ecología Molecular y Microbiana**
Responsable: Esperanza Martínez

Este programa se enfoca al estudio de poblaciones bacterianas, su diversidad, taxonomía y las funciones requeridas para su interacción con las plantas. Además de este objetivo general, el grupo del Dr. Caballero ha dirigido también sus intereses hacia aplicaciones agrícolas. El programa comprende tres grupos independientes con seminarios comunes y continua interacción.

Grupo I. Responsable: Esperanza Martínez-Romero. Taxonomía, diversidad y evolución de bacterias / Interacción *Rhizobium*-planta

Grupo II. Responsable: Dr. Jesús Caballero Mellado. Estudio de diversidad de organismos para seleccionar aquellos que sean más útiles en aplicaciones agrícolas.

Grupo III. Responsable: Otto Geiger. Estamos estudiando los eventos moleculares que conducen al desarrollo de un nódulo fijador de nitrógeno en la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa.

► **Evolución Molecular**
Responsable: Guillermo Dávila

El interés general de este Programa de Investigación es obtener y analizar la secuencia nucleotídica completa del genoma de *Rhizobium etli* CFN42.

► **Genética Molecular de Plásmidos Bacterianos**
Responsable: David Romero

El trabajo actual del grupo se centra, principalmente, en dos líneas de investigación.

1. La primera línea se enfoca a la identificación y la caracterización de las funciones saprofitas y simbióticas de los plásmidos de *Rhizobium*.
2. La segunda línea está orientada a entender el mecanismo molecular involucrado en la formación de los rearrreglos genómicos frecuentes, que son característicos de *Rhizobium*.

► **Ingeniería Metabólica**
Responsable: Jaime Mora

Uno de los objetivos de este Programa ha sido encontrar aquellas condiciones metabólicas de *Rhizobium* en vida libre que pudieran reproducir las condiciones simbióticas y así, identificar algunos procesos metabólicos esenciales de *Rhizobium*.



Genoma España



Orense, 69, planta 2ª
28020 Madrid
Teléfono: 91 449 12 50
Fax: 91 571 54 89
www.gen-es.org



ESTEVE



 Comunidad de Madrid

